

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí



**TESTOVÁNÍ VHODNOSTI ROSTLIN
PRO VERTIKÁLNÍ ZAHRADY**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Kateřina Berchová Ph.D.

Vypracoval:
Josef Melnyk

Sušany 2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce: Josef Melnyk
Studijní program: Krajinářství
Obor: Územní technická a správní služba
Vedoucí práce: doc. Ing. Kateřina Berchová, Ph.D.
Garantující pracoviště: Katedra aplikované ekologie
Jazyk práce: Čeština

Název práce: **Testování vhodnosti rostlin pro vertikální zahrady**

Název anglicky: **Vertical gardens – test of different plant species survival**

Cíle práce: 1. Posoudit životaschopnost rostlin pěstovaných v experimentální vertikální zahradě
2. Navrhnout nejvhodnější druhy rostlin pro vertikální zahrady

Metodika: Práce bude experimentálního charakteru, kdy bude sledován růst a přezimování rostlin v nádobách umístěných ve venkovních vertikálních konstrukcích. Na základě dosažených výsledků budou navrženy nejvhodnější druhy rostlin pro vertikální zahrady.

Doporučený rozsah práce: 30 stran, 2 grafy

Klíčová slova: keramické kamenivo, nádobový experiment, odolnost rostlin, přezimování, vertikální pěstování

Doporučené zdroje informací:

1. JOHNSTON, J. and NEWTON, J. Building Green "A guide to using plants on roofs, walls and pavements". Greater London Authority. London, 2004. ISBN: 1-85261-637-7.
2. KÖHLER, M. Green facades—a view back and some visions. Urban Ecosystems, 2008, 11(4). 423–436 s. DOI: 10.1007/s11252-008-0063-x.
3. MANSO, M. and CASTRO-GOMES, J. Green wall systems: A review of their characteristics. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41. 2015. 863–871 s. DOI: 10.1016/j.rser.2014.07.203.
4. PERINI, K. et al. Vertical greening systems, a process tree for green façades and living walls. Urban Ecosystems, 16(2), 2012. 265–277 s. DOI: 10.1007/s11252-012-0262-3.
5. VAN UFFELEN, CH. Green, Greener, Greenest: façades, roofs, indoors. Salenstein: Braun, 2017. ISBN 978-3-03768-212-8.

Předběžný termín obhajoby: 2019/20 LS – FŽP

Konzultant: Ing. Martina Kadlecová

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma:

Testování vhodnosti rostlin pro vertikální zahrady vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Sušanech, dne

Podpis studenta

Josef Melnyk

Poděkování

Děkuji paní doc. Ing. Kateřině Berchové, Ph.D. za vedení při psaní, kontrolu a poskytnutí rad. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Martině Kadlecové za konstruktivní poznámky, doporučenou literaturu, pohotové a flexibilní konzultace. V neposlední řadě mé ženě Lucii Melnyk a matce Miroslavě Macákové za vytvoření klidných podmínek pro psaní bakalářské práce a studium. A konečně bych chtěl poděkovat paní Ing. Barboře Hankové za poskytnuté cenné rady.

Abstrakt

Předložená bakalářská práce se věnuje problematice přežívání rostlin ve vertikálních zahradách a má za cíl posoudit vhodnost vybraných rostlin, konkrétně metlice trsnaté (*Deschampsia caespitosa*), rozchodníkovce velkého (*Hylotelephium maximum*), pažitky pobřežní (*Allium schoenoprasum*), trávničky přímořské (*Armeria maritima*) pro vertikální pěstování. Úvodní část se snaží o vysvětlení pojmu vertikální zahrady, jejich možné rozřazení do podskupin a popis určitých výhod, které jejich pěstování má. Dále také zahrnuje popis různých druhů rostlin, které jsou vhodné pro pěstování v těchto zahradách a schopnost jejich přezimování.

Druhá část se věnuje nádobovému experimentu, který má za cíl zjistit vhodnost vybraných rostlin pro pěstování ve zvolené vertikální zahradě. Na základě zjištěných výsledků experimentu – dobré adaptace, houževnatosti, schopnosti přezimovat a rychle zregenerovat – byly vybrány nejvhodnější rostliny k pěstování.

Na základě získaných dat, se jako nejvhodnější rostlina projevila p. pobřežní a t. přímořská, které splňují výše uvedené pozitivní vlastnosti, např. i v zimním období si dokázaly zachovat zelenou barvu. Naopak, jako méně vhodné jsou m. trsnatá a r. velký. Rozchodníkovce velký nevykazoval špatné výsledky, ale fakt, že během přezimování jeho nadzemní část zcela uschla, kazí estetický dojem po celou zimu. Metlice trsnatá naopak špatně snáší přímý sluneční svit, a vzhledem k umístění zahrady na jižní straně bez možnosti zastínění v kombinaci s horkým létem, není vhodná pro slunečné jižní vertikální zahrady, ale spíše na zastíněná místa.

Klíčová slova: keramické kamenivo, nádobový experiment, odolnost rostlin, přezimování, vertikální pěstování

Abstract

This bachelor thesis is dealing with problematics of flower's surviving in vertical gardens and its aim is to assess the suitability of selected plants that were used for this experiment, specially *Deschampsia caespitosa*, *Hylotelephium maximum*, *Allium schoenoprasum* and *Armeria maritima*. There is an explanation of the term „vertical gardens“, their possible dividing in to subclasses and their advantages of cultivating. There is also a description of different plants species which are suitable for cultivating in those gardens and their ability of dormancy during the winter.

The second part focuses on a pot experiment which aims to determine suitability of selected plants for cultivating in chosen vertical garden. The most suitable plants can be recommended based on the results of the experiment, their proper ability of adaptability, tenacity during the winter and ability to fast-regenerating.

Based on observed and evaluation data, *Allium schoenoprasum* and *Armeria maritima* that meet the above positive properties, e.g. even during the winter season have managed to retain their green colour, appear to be the most suitable candidate for this kind of gardens. On the contrary, *Deschampsia caespitosa* and *Hylotelephium maximum* are as less suitable. In the beginning, *Hylotelephium* didn't show bad results, but the fact that during dormancy its above-ground part completely dried out, spoils the aesthetic impression throughout the winter. *Deschampsia*, on the other hand, has bad ability to tolerate direct sunlight, and given the location of the garden on the south without the possibility of overshadowing in combination with the hot summer, the plants didn't show satisfactory results for recommendation for vertical gardens.

Keywords: ceramic aggregates, pot experiment, plant tenacity, dormancy, vertical cultivation

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíle práce	9
3. Literární rešerše	10
3.1 Charakteristika vertikálních zahrad.....	10
3.2 Typy vertikálních zahrad.....	12
3.2.1 Zelené fasády	12
3.2.2 Živé stěny	14
3.3 Výhody vertikálních zahrad	16
3.3.1 Estetické výhody	16
3.3.2 Snížení hluku	16
3.3.3 Zlepšení kvality ovzduší	17
3.3.4 Využití dešťové a šedé vody	17
3.3.5 Úspora energie	17
3.3.6 Snížení efektu městského tepelného ostrova	18
3.3.6 Další výhody vertikálních zahrad.....	18
3.4 Rostliny využívané ve vertikálních zahradách	19
3.4.1 Rostliny pro zelené fasády	19
3.4.2 Rostliny pro živé stěny	22
3.5 Přezimování rostlin.....	23
3.5.1 Zóny odolnosti rostlin	24
4. Metodika.....	25
4.1 Stručná charakteristika vybraných rostlin pro experiment.....	25
4.1.1 Metlice trsnatá (<i>Deschampsia caespitosa</i>).....	25
4.1.2 Rozchodníkovec velký (<i>Hylotelephium maximum</i>)	25
4.1.3 Pažitka pobřežní (<i>Allium schoenoprasum</i>)	25
4.1.4 Trávnička přímořská (<i>Armeria maritima</i>)	26
4.2 Popis nádobového experimentu	26
4.2.1 Charakteristika použité konstrukce	27
4.2.2 Charakteristika použitého substrátu	28
4.2.3 Způsob zavlažování a hnojení	29
4.2.4 Charakteristika použitých pěstebních kontejnerů	29
4.2.5 Sběr a analýza dat.....	29
5. Výsledky práce	30
6. Diskuze.....	35

7. Závěr	38
8. Zdroje	39
8.1 Literatura	39
8.2 Internet	41
8.3 Diplomové práce a bakalářské práce	42
8.4 Patenty	42
8.5 Zdroje obrázků	43
9. Seznam obrázků, tabulek a grafů	43
9.1 Obrázky a grafy	43
9.2 Tabulky	44
10. Seznam příloh	44

1. Úvod

V dnešní době, kdy je urbanizace měst stále v rostoucím trendu, počty obyvatel velkých měst se stále zvyšují a poptávka po zastavěném území je vysoká, díky tomu se městská zeleň stále více dostává do pozadí a z mnoha měst se stávají tzv. betonové džungle. Takové prostředí má nejen negativní dopad na psychické zdraví člověka, ale je zde i zvýšen výskyt negativních vlivů jako je zvýšená prašnost, hlučnost a městské tepelné ostrovy, které ovlivňují i fyzické zdraví. S objevem vertikálních zahrad však velkoměsta dostávají možnost zlepšit své prostředí, snížit výskyt těchto negativních vlivů a přiblížit přírodu obyvatelům těchto měst.

Tato práce se věnuje problematice vertikálních zahrad a posouzení vhodnosti rostlin, které lze v takovýchto zahradách pěstovat. Záleží především na vlastnostech jednotlivých druhů rostlin, protože všechny nelze pěstovat tímto způsobem. Hlavním cílem je tedy určit vhodné druhy rostlin, které se dají použít k pěstování pro určité typy vertikálních zahrad a přiblížit problematiku přezimování rostlin v klimatických podmínkách střední Evropy.

Obsahem praktické části práce je charakteristika vybraných rostlin pro zvolený nádobový experiment. Popis tohoto experimentu, použité konstrukce, substrátu, způsobu zavlažování a sběr dat, které budou analyzována. Praktickou část uzavírají výsledky práce a návrhy vhodných rostlin pro pěstování ve vertikálních zahradách.

2. Cíle práce

Při zpracování mé bakalářské práce jsem se zaměřil především na tyto úkoly:

1. Shromáždit informace o vhodných rostlinách, které se v těchto zahradách dají pěstovat.
2. Sběr a zpracování dat ze sestaveného nádobového experimentu.
3. Posoudit životaschopnost rostlin pěstovaných v experimentální vertikální zahradě.
4. Navrhnout nejvhodnější druhy rostlin pro vertikální zahrady.

3. Literární rešerše

3.1 Charakteristika vertikálních zahrad

Termín vertikální zahrady se používá pro označení všech ploch s výsadbou rostlin, které jsou nejčastěji nebo z většiny ve svislé poloze (Greenroofs.org 2008). Vertikální zahrady mají velký potenciál ve městech, kde je díky velké hustotě obyvatelstva na malém prostoru poměrně málo zeleně. Současné systémy těchto zahrad ale nejsou jen plochy porostlé rostlinami jako estetický prvek. Jejich technologie se vyvíjí k maximálnímu využití všech výhod, které přinášejí (Lundholm 2006).

Vertikální zahrady mohou absorbovat zahřátý plyn ze vzduchu, snížit vnitřní i venkovní teplotu, držet nebo zpomalit dešťovou vodu, poskytnout jídlo a přístřeší pro volně žijící živočichy (Yeh 2012).

První formu vertikálních zahrad, pomineme-li Visuté zahrady ze starého Babylonu, můžeme datovat k počátkům našeho letopočtu, kdy v oblasti středomoří starověkého Řecka začala být velice oblíbená vinná réva, která zdobila tehdejší úzké ulice a zdi paláců. Vinná réva poskytovala fasádám paláců ochranu před sluncem a díky transpiraci vody v rostlině docházelo k ochlazování zdí. Tato první forma vertikální zahrady již tehdy tedy plnila funkci ochrany, ochlazovací, okrasnou a potravinovou (Köhler 2008).

Od té doby forma vertikálních zahrad zažila pouze minimální rozkvět. Za zmínku stojí snad pouze období renesance, kdy v Itálii ve městech Řím, Verona a Benátky byly oblíbené terasy, které do určité výšky pokrývala vinná réva (Uffelen 2017).

Teprve až dvacátá léta dvacátého století můžeme považovat za počátek rozmachu moderních vertikálních zahrad (Timur a Karaca 2013). Ve Velké Británii a ve státech Severní Ameriky se začaly stěny budov osazovat popínavými rostlinami. Poté se začal v roce 1988 na americkém trhu objevovat nový systém, který se skládal z lan z nerezové oceli a pomáhal lépe ukotvit rostliny ke stěnám budov. A v devadesátých letech se na severoamerickém trhu objevil nový systém mřížových panelů. První použití mřížového panelového systému bylo na budově Universal City Walk v kalifornii v roce 1993 (Timur a Karaca 2013).

Největším objevitelem a propagátorem vertikálních zahrad je bezesporu francouzský vědec a botanik Patric Blanc. Ve světě botaniky a stavebnictví se stal ve

2. polovině 20 století známým díky objevu zelené vertikální stěny zvané Mur Végétal, kterou si také nechal patentovat. Všiml si na svých výzkumných cestách, že rostliny dokážou růst i tam, kde je jen velmi málo zeminy nebo tam vůbec žádná není (např. historické ruiny, skály, trhliny kamenů a stromů). Zjistil tedy, že rostliny nepotřebují mít kořeny zakořeněné hluboko v zemi a že vše, co potřebují ke svému životu je zvlhčení s potřebnými minerály a oxid uhličitý se slunečním světlem potřebný pro fotosyntézu (Gandy 2010). Stěna, tedy Mur Végétal, se skládá ze tří konstrukčních vrstev. Ve směru z interiéru k exteriéru obsahuje rám z lehkého kovu, vrstvu PVC izolace a vrstvu plsti (Obr. č. 1). Spodní kovový rám slouží jako nosný prvek celé konstrukce. Může být kotven a zavěšen tak na stěnu objektu, nebo být nezávislý na objektu a samovolně stát. Hlavním důvodem rámu je držet stálou vzdálenost živé stěny od stěny objektu a tvořit tak potřebnou vzduchovou mezeru. Ta během životnosti konstrukce zajišťuje dobré tepelné a zvukově izolační vlastnosti. Druhou, střední vrstvou, je PVC podložka, o tloušťce přibližně 10 mm. Tento materiál má hned několik vlastností. První z nich je s ohledem na 22 vlastní statiku stěny. Jedná se o



Obr. 1: Obytná zeď v Paříži od Patricka Blanca/foto Kelly Rossiter; zdroj: <https://www.treehugger.com>
dodání tuhosti kovovému nosnému rámu. Druhou vlastností je, že působí jako hydroizolace a zajišťuje tak stěny objektu před působením vlhkosti. Zde je prostor i pro trubkový systém budoucího zavlažování. Třetí a poslední je, že zastává podkladní vrstvu pro osazené rostliny. Na vrstvu PVC přichází ještě třetí poslední neméně

důležitý materiál. Dvě vrstvy zahradnické plsti s kapsami tvoří prostředí pro růst vegetace. Dalo by se říct, že vrstvy plstě simulují rostlinám mech, který podporuje jejich růst na skalních stěnách. Rostliny se do kapes sází ve formě semínek nebo rovnou jako odrostlé kusy. Následným proplétáním kořenů vzniká pospolitá vrstva, a dává tak vzniku ucelenému vegetačnímu systému. Poskládání druhů rostlin do plochy podle předem připraveného projektu určuje výsledný grafický dojem. Jedná se tak i o konstrukci tvořící finální design objektu, který je v podání Patricka Blanca jedinečný (Ulrychová 2009).

Některé rostliny jsou schopny růst na stěnách tím, že zakoření přímo ve stěně samotné. Typické z nich jsou malé bylinné druhy, mechy, lišejníky a trávy. Ale jiné druhy jsou přirozeně přizpůsobeny k lezení nahoru a přes překážky, jako jsou skalní stěny, stromy a keře. Proto aby úspěšně rostly na stěnách a budovách je obvykle nezbytný nějaký druh nosné konstrukce (Johnson a Newton 2004).

3.2 Typy vertikálních zahrad

Rozdělení vertikálních zahrad a jejich názvosloví se u mnoha autorů liší, základní rozdělení je však u většiny stejné nebo podobné. Vertikální zahrady tedy můžeme obecně rozdělit na dvě hlavní kategorie „Zelené fasády“ a „Živé stěny“.

3.2.1 Zelené fasády

Zelené fasády jsou tvořeny především z popínavých rostlin, které mohou růst přímo ze země a plazit se směrem vzhůru buď rovnou po zdech nebo ve speciálně navržených předsazených konstrukcích vedených podél zdi nebo mohou být rostliny ukotveny k volně stojícím konstrukcím, jako jsou ploty nebo sloupy. S přihlédnutím k tomu, zda má nebo nemá rostlina nějakou podporu v podobě konstrukce můžeme zelené fasády dále dělit na další dvě podkategorie „S podporou pnutí“ a „Se samopnucím porostem. Zahrady se samopnucím porostem patří mezi nejjednodušší. Neskládá se z žádné přidané konstrukce, jen z popínavé rostliny, která je schopna přilnout ke svému podkladu a je dostatečně pevná, aby se nezlomila pod vlastní vahou. Zde je kladen důraz na odolnost, provedení a celistvost podkladu, po kterém se rostlina šplhá. Protože v opačném případě by mohla rostlina způsobit škody (Gonchar 2009; Pérez at al. 2011).

Pokud je rostlina vedena po předsazené konstrukci řadí se tato vertikální zahrada jako zelená fasáda s podporou pnutí. Mezi zdí a nosnou konstrukcí se tak vytvoří vzduchová kapsa, která má vlastní mikroklima. Zde dochází nejen

k provětrávání, ale i ke vzniku vrstvy vzduchu působící jako tepelný izolant. Podle toho, jaká bude zvolena konstrukce, můžeme dělit tuto podkategorii na další tři, a to „Modulární panelový systém“, „Síťové systémy“ a „Lanové systémy“ (Manso a Castro-Gomes 2015; Pérez at al. 2011; Yeh 2012).

Základním prvkem modulárního panelového systému je pevný, ale lehký trojrozměrný panel vyrobený z galvanizovaného a svařovaného ocelového drátu, který je navržen tak, aby se rostliny neplazily přímo po budově. Panely lze skládat libovolně nad sebe nebo spojovat tak, aby pokrývaly velké plochy. Dají se z nich ale i sestavit různé tvary a křivky. Díky jejich pevnosti a konstrukční variabilitě lze panely použít také i pro volně stojící vertikální zahradu (Timur a Karaca, 2013; Pérez at al. 2011).

Síťové a lanové systémy konstrukcí zelené fasády jsou si velmi podobné. Liší se pouze hustotou podpůrné konstrukce. Síťový systém se používá na vertikálních zahradách, které jsou navrženy tak, aby vyhovovaly pomaleji rostoucím popínavým rostlinám, které potřebují více podpory. Jsou tvořeny z lehkého ocelového pletiva ukotveného ke zdi budovy. Lanové systémy jsou zase vhodnější pro podporu rychle rostoucích popínavých rostlin s hustším listím (Obr. č. 2). Oba systémy tvoří pevné ocelové kabely, kotvy a doplňkové vybavení. Díky tomu je možné přizpůsobit konstrukci na různé tvary a velikosti (Yeh 2012; Pérez at al. 2011).



Obr. 2: Zelená fasáda s lanovou konstrukcí ve Švýcarsku; zdroj: <https://livingroofs.org>

3.2.2 Živé stěny

Živé stěny jsou nejnověji vyvinutým druhem vertikálních zahrad (Corradi 2009). Jsou složitější a náročnější na počáteční investici než zelené fasády, ale díky jejich nesporným výhodám jsou velice vyhledávané a žádané. K vytvoření živých stěn se používá daleko širší škála rostlin a již zde neplatí, že jsme omezeni jen na popínavé rostliny. Živé stěny umožňují oproti zeleným fasádám daleko rychlejší pokrytí velké plochy vegetací a použití vertikální zahrady na vysokých budovách (Bribach 2011).

Struktura tohoto systému se skládá z několika vrstev a můžou se zde použít různé materiály od kovů, přes geotextílie až po tvrdé plasty. Vegetace je vysazena vertikálně přímo v rovině živé stěny na těchto modulech, tedy v rovnoběžném směru s budovou. Zavlažovací systém z perforovaných trubic musí zajistit dostatek přísunu vody a potřebných minerálů ke všem vysazeným rostlinám po celé ploše stěny. Díky tomuto systému se pro vegetaci nemusí použít zemina, ale je zde možnost pěstování hydroponickým způsobem nebo použití jiných pěstebních médií jako je perlit nebo minerální vlna. Živé stěny se dají také dobře přizpůsobit různým klimatickým podmínkám, tak aby údržba celého systému byla co nejjednodušší (Perini at al. 2012).

Živé stěny nabízejí tedy mnoho různých variant technického provedení (Perini at al. 2012; www.greenroofs.org 2008). Každé má své výhody a svá úskalí. Vertikální zahrady nemají ucelené dělení napříč autorským spektrem. Mohl bych je zde dělit do spousty podkategorií podle různých aspektů, ale v rámci zachování přehlednosti a pro potřebu této práce bych je rozdělil pouze do dvou podkategorií, a to na souvislé živé stěny a modulové živé stěny.

Souvislé živé stěny jsou tvořeny ze dvou až tří vrstev geotextílie, které se rozkládají po celé délce stěny. Ve svrchní vrstvě jsou vytvořeny kapsy, do kterých se zasazují vybrané rostliny. Druhá, třetí a případně i další vrstva je potřebná pro zakořenění rostlin. Tyto vrstvy slouží jako náhrada substrátu a mezi ně je dopravována potřebná voda s živinami až ke kořenům rostlin. Rostliny musí být vybrány pečlivě, protože zde nemůžeme použít rostliny, které vyžadují hluboké zakořenění. Podklad, tedy poslední vrstvu, tvoří vždy nějaký druh hydroizolace. Ta je nezbytná k tomu, aby co nejméně docházelo ke ztrátám vody, která má zásobovat vegetaci a nedocházelo tak k poškozování zdi, na které je živá stěna postavena. Celá tato konstrukce je k objektu přichycena na kotvách, které jsou nejen dostatečně pevné, aby celou konstrukci udržely, ale slouží i k tomu, aby celá živá stěna měla mírný odstup o budovy. Tím se vytvoří mezi stěnou a budovou vzduchová kapsa,

kteřá slouží k odvětrávání vlhkosti a zároveň slouží jako tepelný izolant. Do tohoto typu zahrad patří i nejvíce známý typ Mur Végétal od Patrica Blanca, který vychází z velice podobného principu (Dunnet a Kingsbury 2004).

Od souvislých živých stěn jsou modulové živé stěny rozdílné především jejich skladbou, technologií a hmotností. Jejich základním prvkem mohou být moduly, kontejnery nebo různě tvarované misky, které se společně připevní na svislou konstrukci a utvoří tak modul (Obr. č. 3). Tento typ vertikálních zahrad najde využití jak v interiéru, tak v exteriéru. Do zvolených nádob lze použít širokou škálu substrátu. Nemusíme se tedy omezovat pouze na zeminu, ale lze např. použít i lehčí typy jako jsou keramzit nebo liapor. Zálivka této zahrady pak může mít několik možností řešení. Lze přivádět vodu s potřebnými živinami ke každému kontejneru zvlášť nebo lze za určitých okolností přivádět vodu jen do nejvyššího patra modulu a voda se přes odtok horních kontejnerů dostane ke spodním (Manso a Castro-Gomes 2015).



Obr. 3: Modulární živá stěna v interiéru; zdroj: <https://officeplanthire.co.za>

3.3 Výhody vertikálních zahrad

Správné využití vertikálních zahrad může vést k mnoha přínosům, které pro nás mohou mít velkou hodnotu (Ulrychová 2009). Lze mezi ně zařadit vizuálně krásnější prostředí, snížení hluku, zlepšení životního prostředí, úsporu energií a další. Jaké výhody nám mohou vertikální zahrady přinést a jak efektivně je využijeme záleží především na místě, kde chceme zahradu realizovat, dále záleží na typu zahrady, který zvolíme a v neposlední řadě je velice důležitý výběr vegetace, kterou použijeme (Pérez at al. 2014).

Dále je potřeba si uvědomit, že každá výhoda, kterou může vertikální zahrada poskytovat může působit v různých měřítkách. Zatímco některé výhody jsou efektivní pouze za podmínky budou-li zahrady stavěny ve velkém množství ve stejné oblasti, to se týká např. zlepšení životního prostředí, kvality ovzduší a biologické rozmanitosti, tak některé výhody lze pocítit již u jediné postavené vertikální zahrady. Tyto výhody se ovšem budou omezovat pouze na měřítko budovy, kde bude zahrada postavena, jako jsou třeba tepelně izolační vlastnosti nebo snížení hluku (Taha 1997).

3.3.1 Estetické výhody

S přibývajícím městskou zástavbou, parkovišť, rušných ulic a silnic dochází k tomu, že plochy zeleně jsou ve městech na ústupu (Peck at al. 1999). Tento efekt působí na člověka nejen negativně po fyzické stránce, ale i po té duševní. Vertikální zahrady zakrývají pohledy na ošklivé zdi a přispívají tak ke zlepšení psychické pohody. Např. při použití vertikální zahrady uvnitř komerční budovy, pomáhá k lepšímu výkonu pracovníků a snížení pracovního stresu. Např. účastníci Gilhooleyovi studie uvedli, že se jim za přítomnosti rostlin lépe pracovalo a dokázali se lépe soustředit. Studie ukazuje, že tito pracovníci byli o 12 % produktivnější než ti, kteří pracovali v prostředí bez rostlin (Peck at al. 1999; Gilhooley 2002).

3.3.2 Snížení hluku

Vegetace vysazená na vertikálních zahradách a případný substrát, je-li použit, mají schopnost absorbovat určité množství hluku. Mohou tedy snížit hlučnost nejen v budově, na které jsou zahrady postaveny, ale i v jejím nejbližším okolí. Nejvíce účinné k pohlcení hluku jsou ty, kde je použit substrát. Nezanedbatelný tlumič hluku je ale i dobře vzrostlá vegetace (Erdogan a Aliasghari Khabbazi 2013).

3.3.3 Zlepšení kvality ovzduší

Zlepšení kvality ovzduší v důsledku vysazení vegetace souvisí s absorpcí jemných poléťavých částic prachu a absorpce plynů jako je oxid uhličitý, oxid dusičitý a oxid siřičitý. Oxid uhličitý používají rostliny k procesu fotosyntézy a díky tomu vytvářejí tak potřebný kyslík a biomasu. Absorpcí oxidu dusičitého a siřičitého získávají rostliny dusičnany a sírany. Vegetace dokáže i citelně zmírnit poměr malých poléťavých částic prachu, které mohou být vdechovány a poškodit tak lidské zdraví. Bylo prokázáno, že zlepšení kvality ovzduší snižuje výskyt různých respiračních obtíží jako je kašel nebo podráždění cest dýchacích. Je nutné si ovšem uvědomit, že jedna postavená vertikální zahrada ve městské zástavbě nás nespasí, a tak je nutné, jak jsem již zmínil výše, realizovat více vertikálních zahrad v jedné oblasti, aby se tato přednost dala efektivně využít (Powe a Willis 2004; Stenberg et al. 2010).

3.3.4 Využití dešťové a šedé vody

Zajistit správné zásobování vodou co do kvality a množství vody byl vždy náročný úkol pro rozvoj měst po celém světě (Francis a Lorimer 2011). Dnes je zbytečně mnoho domácností nastaveno tak, že se veškeré černé, šedé a dešťové vody odvádějí jedním kanalizačním systémem (Masi at al. 2010). Přitom některé studie ukazují, že černé vody produkuje domácnost pouze 30 % a zbytek, tedy 70 % je šedá voda. Šedá voda se dá přitom při dodržení pravidel využít dále třeba k zalévání květin a další recyklaci. Šedá voda vzniká z praní prádla, hygieny obyvatel domácností a mytí nádobí. Ta se dá přitom celkem účinně vyčistit filtrací a použít k zalévání rostlin, které mají také filtrační schopnost. Vodu, kterou nezužítávají rostliny, můžeme dále použít třeba na splachování WC. Úplně stejně můžeme naložit s dešťovou vodou, kterou místo toho, aby byla svedena přímo do kanalizace, necháme projít filtračním systémem a poté jí použijeme stejně jako vodu šedou. Vertikální zahrady, které jsou zalévány pomocí zavlažovacího systému nebo jsou pěstovány hydroponicky mají všechny předpoklady k tomu, aby se díky nim značně snížil odtok do městských kanalizací. Zároveň majitel takového systému ušetří peníze za zalévání rostlin a omezí se tak spotřeba pitné vody, která musí být velice nákladně upravována (Scheumann at al. 2009; Li at al. 2009).

3.3.4 Úspora energie

Vertikální zahrady působí jako přírodní izolace proti horkému nebo studenému vzduchu a dokáží tak šetřit energii na chlazení nebo vytápění budovy. Na tepelné technické vlastnosti má vliv především orientace stěny ke světové straně, podnebí,

ve kterém je zahrada postavena, druh zvolené vegetace, a především druh zvolené vertikální zahrady. Aby se co nejvíce maximalizovala efektivnost izolačních vlastností zahrady, musí se tyto aspekty velice dobře zvážit a navrhnout jejich nejlepší kombinaci. Např. podle studie, která zkoumala, jak dokáže správně zvolený typ vertikální zahrady izolovat budovu před teplem. U nejjednodušších zelených fasád bez podpory pnutí, kdy se rostlina plazí přímo po objektu záleží nejvíce na hustotě vegetace. Tepelně izolační rozdíl mezi 10 cm a 45 cm hustou vegetací byl kolem 8 °C, přičemž ta silnější dokázala zdi objektu ochladit o necelých 10 °C. Dalším důležitým aspektem je předsazená konstrukce, která vytvoří vzduchovou kapsu a může zde dojít k ochlazení až o 15 °C. Neméně důležité je také procentuální pokrytí objektu vegetací. Z výsledků vyplývá, že 12 % pokrytí zeleně dokáže snížit teplotu přibližně o 4 °C, na rozdíl od 50 % pokrytí, kde dojde až k ochlazení o 11 °C. Dalším důležitým parametrem, který dokáže velice ovlivnit schopnost teplotní izolace je použití zeminy. Správnou kombinací všech těchto aspektů lze docílit snížení průměrné teploty, která ovlivňuje obálku objektu až o 21 °C v letních měsících. Správným využitím tepelně izolačních vlastností vertikálních zahrad tedy můžeme ušetřit mnoho energie (Pérez a spol. 2014; Taha 1997).

3.3.5 Snížení efektu městského tepelného ostrova

Tento efekt se vyskytuje ve velkých metropolitních oblastech, které jsou výrazně teplejší než blízké okolí metropole. Je to způsobeno především úbytkem městské zeleně, velkým počtem obyvatel na podstatně menším území, velkým počtem dopravních prostředků a díky budovám, asfaltu a dalším tmavým stavebním prvkům městské zástavby, které dokáží v sobě akumulovat teplo ze slunečního záření a v nočních hodinách ho postupně uvolňovat (Alexandri a Jones 2008). Rostliny jako takové mají schopnost evapotranspirace, díky tomu dokáží absorbovat velké množství tepla a svým výparem citelně ochladit vzduch ve svém okolí. V porovnání se stavebními materiály mají také průměrně větší odrazivost slunečních paprsků. Dále vertikální zahrady postavené ve větším měřítku dokáží vytvořit proudy vzduchu, které jsou schopny vytvořený teplý vzduch rychle nahrazovat za čerstvý, a tak mají velký potenciál ke snížení tohoto efektu a ke zlepšení městského klimatu (Rakhshandehroo a spol. 2005; Alexandri a Jones 2008).

3.3.6 Další výhody vertikálních zahrad

Ukázalo se, že budovy osazené vertikálními zahradami se stávají atraktivnější na poli realit a jejich hodnota stoupá (Peck at al. 1999). Postavení vertikální zahrady

může mít také dobrý vliv na jméno společnosti, která v této budově sídlí, může být dále ukazatelem vyspělosti a pozitivního přístupu k přírodě a svému okolí. Taková budova bývá většinou nezaměnitelná a spojením firemního loga s ozeleněnou budovou bývá dobrým marketingovým tahem (Powe a Willis 2004).

Vegetace na zdech budovy také zvyšuje životnost a snižuje náklady na údržbu vnějšího pláště. Rostliny totiž chrání budovu před ultrafialovými paprsky a před kyselými dešti, které urychlují proces opotřebení. Dále brání vertikální zahrada velkým teplotním výkyvům, které ovlivňují obálku budovy a působí tak roztahování a smršťování materiálu, z kterého je postavena (Doernach 1979).

Ve městech, kde dnes ubývá stále více zeleně na úkor nové zástavby, se rychle snižuje biodiverzita živočichů. Výstavba vertikálních zahrad s pečlivým výběrem a výsadbou atraktivních druhů rostlin by mohla navrátit ztracené stanoviště pro ptactvo, včely a motýly, kteří zde najdou dostatek zdroje potravy a ochranu pro své potomky (Johnston a Newton 2004).

3.4 Rostliny využívané ve vertikálních zahradách

Pro vertikální zahrady lze použít mnoho druhů rostlin. Rozhodujícími faktory pro výběr správných rostlin budou zvolený typ vertikální zahrady, klimatické podmínky, ve kterých se bude rostlinám dařit, finální podoba, kterou má zahrady mít a světovou stranu, na kterou bude zeleň směřovat (Johnston a Newton 2004).

Zvolený typ vertikální zahrady je tedy jeden z nejzásadnějších parametrů pro výběr vhodné rostliny (Burian 2005). Rozdělím zde tedy druhy rostlin podle vhodnosti pro různé typy vertikálních zahrad.

3.4.1 Rostliny pro zelené fasády

Jak jsem již uvedl výše, zelené fasády jsou charakteristické tím, že jsou pěstovány především z popínavých rostlin. Pnucí rostliny jsou celkem nesourodá skupina, mají však společné to, že se dokáží při růstu vzhůru přichytit k podpůrnému materiálu. Některé však dokáží růst i bez podpory pomocné konstrukce a podle tohoto aspektu můžeme zvolit jejich vhodnost pro zelené fasády. Rostliny, které nepotřebují podporu pomocné konstrukce k růstu a dokáží šplhat po objektu vzhůru se dokáží dostatečně silně přichytit např. ke zdi. Můžeme je zařadit do skupiny samopnoucích dřevin. Tyto dřeviny používají adhezivní terčičky a kořenující způsob přichycení k objektu (Burian 2005).

Rostliny s adhezivními terčíky jsou nejlépe vybavené pro uchycení se k objektu. Vytvářejí zduřeniny, z kterých vypouští lepkavý sekret, který má funkci lepidla a pomáhá se tak rostlině přichytit i na velmi hladkém povrchu. Tyto rostliny většinou dobře rostou i do šířky. Mezi nejrozšířenější zástupce rostlin s adhezivními terčíky, které se používají v zelených fasádách patří přísavník (*Parthenocissus*) (Burian 1997; Kožešníková 2010).

Dřeviny s kořenujícím způsobem uchycení vytvářejí příčepivé adventivní kořínky, které rostou na odvrácené straně od slunečního světla. Tyto kořínky vyplňují nerovnosti na podkladu, na kterém rostou a dokáží tak udržet celou rostlinu přichycenou k objektu. Ačkoliv se nazývají kořínky, nemají pro rostlinu žádnou vyživovací ani rozmnožovací funkci. Slouží výhradně pro uchycení rostliny. Při dostatečně hrubém podkladu, do kterého se můžou kořínky zapřít, tedy nepotřebují tyto rostliny žádnou další pomocnou konstrukci. Mezi nejpoužívanější můžeme zařadit známý břečťan (*Hedera*) (Burian 2005; Kožešníková 2010).

Rostliny, které potřebují pro svůj růst podporu jsou vhodné především pro zelené fasády, které mají nějakou pomocnou konstrukci. Ačkoliv jsou dobře vybavené pro popínavý růst vzhůru, nedokáží se řádně přichytit k vertikální ploše a je tedy potřeba, aby měly nějakou oporu, kde se můžou zachytit. Podle toho, jakým způsobem se přichycují k předmětu je můžeme rozdělit na ovíjivé, úponkaté a vzpěrné (Burian 2005).

Ovíjivé rostliny se při růstu neustále otáčejí a hledají vhodnou oporu, kolem které by se mohly omotat (Obr. č. 4). Pokud tuto oporu nenachází, zastaví se v růstu, proto je nejvhodnější pro tyto rostliny vertikální konstrukce. Tyto dřeviny mají v sobě zakódovaný i směr otáčení (levotočivý nebo pravotočivý), který je neměnný, a tak by se mělo s tímto směrem počítat i při návrhu vhodné konstrukce. U těchto rostlin si



Obr. 4: Ovívivá vistárie (*Wisteria*) v květu; zdroj: <https://homebydleni.cz>

ještě musíme také uvědomit fakt, že při obtáčení kolem své opory vyvíjí na oporu jistý tlak a mohlo by dojít k poškození konstrukce nebo její deformaci. Musíme si tedy dát pozor, který druh z této skupiny je natolik silný, aby něco takového dokázal a přizpůsobit tomu výběr materiálu, ze kterého budeme konstrukci vertikální zahrady stavět. Nejvhodnější zástupci z této skupiny jsou chmel (*Humulus*) a zimolez (*Lonicera*) (Burian 2005; Kožešníková 2010).

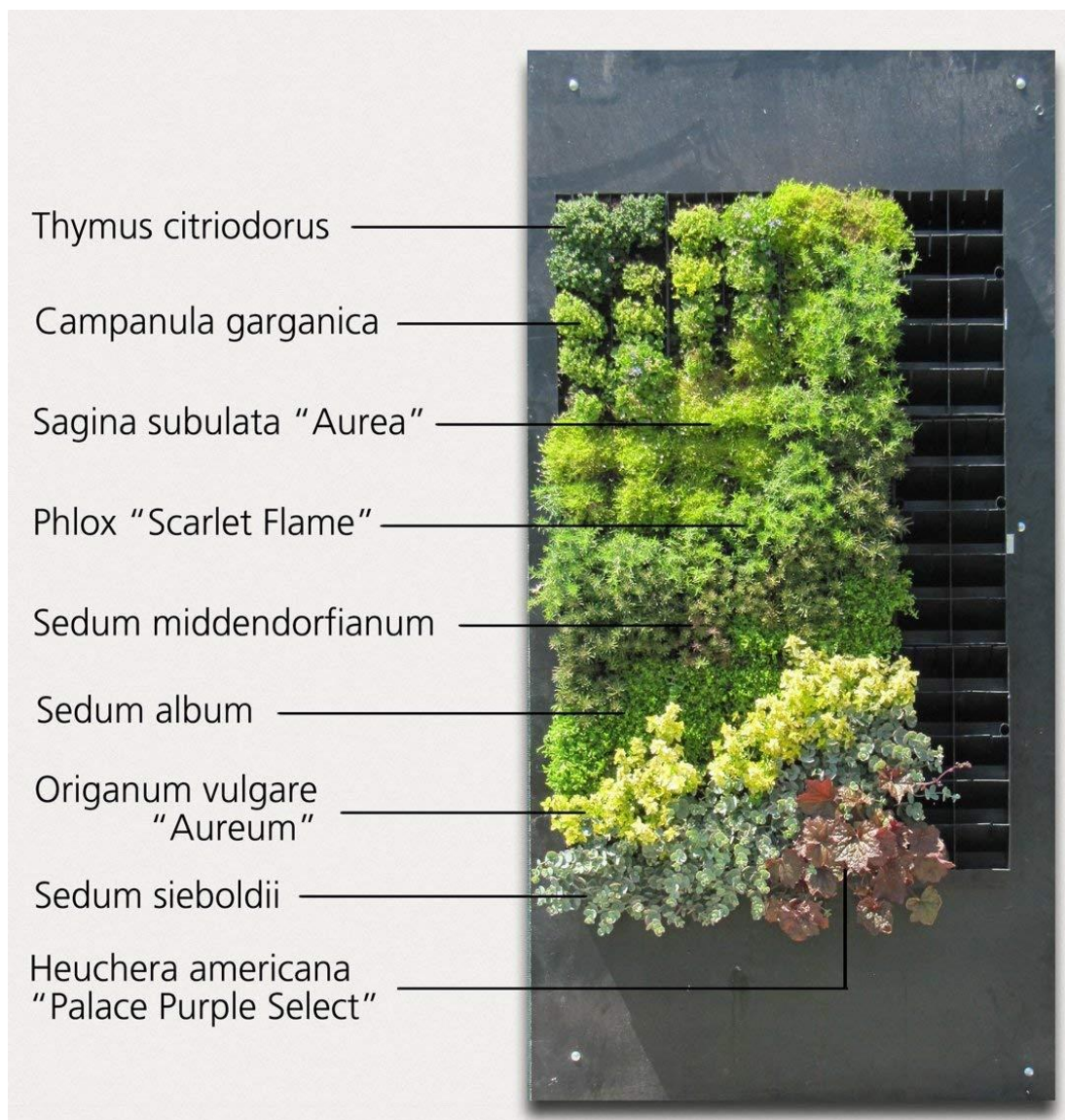
Další skupinou se specifickým uchycením ke své opoře jsou úponkaté dřeviny. Tyto rostliny vytvářejí z přeměněných částí rostliny tzv. metamorfózou úponky, kterými ovinou konstrukci a přitáhnou se k ní. Tvorba

těchto úponků není u těchto rostlin jednotná. Zatímco většina druhů je vytváří z celé větve, jsou i takové, které přemění úponky z čepelí listů nebo z trichomů. Jako vhodná konstrukce pro tyto rostliny by mohla být zvolena zelená fasáda s pomocnou konstrukcí ze sítí, mříží nebo kabelů. Nejvíce důležité však je, aby prvky této konstrukce nebyly příliš objemné a rostlina se dokázala pomocí svých úponků dostatečně přichytit. Vhodné pro pěstování ve vertikálních zahradách jsou např. vinná réva (*Vitis vinifera*) nebo plamének (*Clematis*) (Burian 1997; Burian 2005).

Vzpěrné dřeviny, které lze také nazývat šlahounovitými, nevytvářejí žádné specializované orgány pro uchycení k opoře. Pomocí výhonků a trnů se dokáží o svou podporu opřít, nikoliv přichytit (Burian 1997). Proto je nutné je během růstu přivazovat nebo jinak spojit s konstrukcí, protože by jinak hrozilo prověšení. Díky jejich nedokonalé funkci přichycení patří tedy tato skupina na pomezí mezi normální a pnoucí dřeviny. Skupina těchto rostlin nedorůstá velké výšky, a tak se hodí spíše pro menší volně stojící objekty jako jsou rámy, zástěny nebo pletiva. Typickým zástupcem tohoto druhu je růže (*Rosa*), ostružník (*Rubus*) nebo kustovnice (*Lycium*) (Burian 2005).

3.4.2 Rostliny pro živé stěny

Systémy živých stěn umožňují použití daleko větší palety druhů rostlin než zelené fasády. Díky tak velkému výběru se vyvíjí mnoho nových koncepcí estetického řešení těchto zahrad. Zkoumá se použití různých vzorů, variací barev, textur a růstu (Manso a Castro-Gomes 2015). Tato zahrada nám tedy umožňuje integrovat i různé druhy keřů, kapradin, trav, sukulentů, bylin a trvalek (Obr. č. 5).



Obr. 5: Modulární živá stěna s popisem rostlin; zdroj: <https://www.amazon.co.uk>

Důležité pro správný výběr vhodných květin je správné určení klimatických podmínek, které budou na živou stěnu působit jako jsou slunce, stín, vítr, srážky, teplo, sucho a mráz. Dále je důležité zohlednit potřeby vybraných rostlin na zalévání a jejich výživu. Např. použití sukulentů, jako třeba rozchodník (*Sedum*), netřesk (*Sempervivum*) nebo tlustice (*Crassula*), velice snižuje nároky na zavlažování a tím

klesají náklady na údržbu a snižuje se celková hmotnost celého systému. Na hydroponické pěstování v živých stěnách a nejen tam, se nám vyloženě nabízí použití epifytů a litofytů, kteří rostou přirozeně bez půdy. U šikmých stěn lze použít i keře jako jsou třeba jalovec čínský (*Juniperus chinensis*) nebo jalovec pobřežní (*Juniperus conferta*), které by jinak na svislé stěně byly velmi nepraktické a velice by ji zatěžovaly. Díky tomu, že nám jak souvislé, tak modulární živé stěny umožňují použití široké škály rostlin, tak je kladen velký důraz na vzhled takové zahrady. Použití kapradin, např. západky mečnaté (*Polystichum munitum*) nebo parožnatky (*Platyserium*), nám přibližuje příjemné prostředí lesa a s kombinací barevných květin jako lopatkovec (*Spathiphyllum*), begónie (*Begonia*) nebo levandule (*Lavandula*), nám může poskytnout krásný a netypický pohled na budovu uprostřed velkého města.

Nové koncepce živých stěn nám dokonce slibují, že díky integraci různých druhů zeleniny, budeme schopni aplikovat zemědělství tam, kde není dostatek půdy pro kultivaci a snížit tak negativní dopad z výroby a distribuce potravin (Fukuzumi 1996; www.greenroofs.org 2008; Manso a Castro-Gomes 2015).

3.5 Přezimování rostlin

Přezimování rostlin ve vertikálních zahradách v zimních středoevropských podmínkách je dodnes velmi neprobádaná oblast. Obecný návod na to, aby rostliny přečkaly zimu v těchto podmínkách venku, není. Každý druh rostliny potřebuje individuální přístup a některé rostliny dokonce mráz nesnesou vůbec. Jsou to většinou rostliny z tropických pásů a středomořské oblasti. Tropické rostliny potřebují ve vegetačním klidu dokonce teploty mezi 20–22 °C a středomořským rostlinám vyhovují v zimním období teploty 10–12 °C. Je ale nutné dodat, že i u rostlin z těchto oblastí se najdou výjimky, které dokáží přežít i na mírném mrazu. Proto je nutné, chceme-li udržet zeleň živou více než jednu sezónu, při výběru rostlin pro vertikální zahradu dbát na to, aby rostliny byly schopné přežít zimní klimatické podmínky (Stichmann-Marny at al. 2003).



Obr. 6: Zimní ochrana. Živá stěna Florafelt od Mariky Shiori Clarkové, Hingetown, Cleveland, Ohio; zdroj: <https://www.plantsonwalls.com>

Jelikož by klasické zazimování, to je přesunutí zeleně do interiéru, kde jsou udržované příhodné podmínky pro hibernaci rostlin, nebylo u vertikálních zahrad vůbec praktické, nabízí se i několik málo možností, jak ochránit vegetaci před umrznutím. Prvním způsobem je překrytí celé vertikální zahrady ochrannou plachtou, která může být například z plastu nebo juty (Obr. č. 6). Toto řešení je nejlevnější variantou, ale také nejméně estetické.

Další možností, jak se vyhnout promrznutí rostlin je nainstalování výhřevného systému, ať už elektrického nebo teplovodního, ještě před samotnou instalací vertikální zahrady. Tato varianta udrží zeleň v tepelném komfortu, ale je také velice finančně náročná (Vogel at al. 2005).

3.5.1 Zóny odolnosti rostlin

Určitým vodítkem pro vhodný výběr může být pro nás mapa zón odolnosti rostlin. Tyto zóny mohou být pro nás v mnoha případech užitečné, protože nejnižší zimní teploty jsou zásadním faktorem, který má vliv na přežití rostlin a rozhoduje o tom, zda takový druh na daném místě přežije. Avšak pro tvorbu těchto zón nebyly započteny letní teploty, což může znamenat, že některá místa, která spadají do stejné kategorie, mohou mít rozdílné klimatické podmínky v rámci celého roku a nebudou se moci na těchto dvou územích pěstovat stejné druhy rostlin (Daly at al. 2012; Vogel at al. 2005).

Tato mapa započala svou historii v roce 1960, kdy jí vydalo Ministerstvo zemědělství Spojených států amerických (United States Department of Agriculture) a poté v roce 1990, v návaznosti na mírné změny teplot, proběhla její aktualizace. V roce 1991 vydal profesor Heinze společně s profesorem Schreiberem mapu pro Evropu. Dnes už jsou tyto mapy vedeny v elektronické podobě ve

formátu geografického informačního systému (GIS), rozčleněny do 11 jednotlivých zón, na různé státy a dostupné každému (Daly at al. 2012; Vogel at al. 2005).

Většina České republiky spadá do zóny 6, ve vyšších polohách do zóny 5 a jižní Morava do zóny 7. Některá zahradnictví zohlednila tyto zóny a díky tomu lze dnes při nákupu rostlin rozeznat, zda je rostlina schopna přezimovat v našich klimatických podmínkách.

4. Metodika

4.1 Stručná charakteristika vybraných rostlin pro experiment

4.1.1 Metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*)

Tato vytrvalá travina z čeledi lipnicovité je v současné době velice vyhledávána pro její schopnost přežívat v různých klimatických podmínkách po celém světě. Vyznačuje se hustými trsy, které mají tmavozelené zbarvení a výšku až 50 cm. Listy začínají růst koncem března, ovšem v některých podnebních podmínkách jsou zelené po celou zimu až do začátku vegetativního růstu, kdy usychají a musejí se ostříhat. Díky její přizpůsobivosti může růst v horských oblastech, ale i v nížinách. Nevadí jí zamokřená nebo suchá stanoviště a daří se jí růst i v zastíněných místech. Metlice je odolná vůči mrazu a je schopná snést i teploty pod -18 °C. Množí se dělením trsů brzy na jaře nebo výsevem semen (Straka a Straková 2011; Atlas Rostlin 2020)

4.1.2 Rozchodníkovec velký (*Hylotelephium maximum*)

Rostlina z čeledi tlusticovitých, která roste na suchých skalách a sutích, ve světlých částí lesa a v lesních lemech, a velice často ji najdeme i na silikátovém podkladu. Jejím hlavním areálem je střední Evropa, kde ji můžeme najít od nížin až po subalpínské pásmo, od Pyrenejí až po Balkán a od jižní Skandinávie až po jižní Itálii. Patří mezi vytrvalé byliny a dorůstá až 60 cm, v ojedinělých případech až 80 cm výšky. Vyznačuje se přímou lodyhou, která je řídce olistěná. Listy jsou vstřícné odstálé a lžícovitě prohnuté. Plody jsou měchýřky. Aby se této rostlině dařilo vyhovuje jí sucho a plné slunce (Hoskovec 2007).

4.1.3 Pažitka pobřežní (*Allium schoenoprasum*)

Tento druh rostliny roste v okolí lidských sídel, u cest a na skládkách. Nejčastěji ji však můžeme najít v zahradách, jejichž majitelé ji pěstují kvůli jejímu

kuchyňskému využití jako naťovou zeleninu nebo koření. Areál této byliny je velice rozsáhlý. Vyskytuje se téměř po celé Evropě, severní a střední Asii i na severu Severní Ameriky. Patří mezi vytrvalé byliny, dorůstá až do 50 cm výšky, má úzké kuželovité cibule nahloučené na krátkém oddenku. Listy jsou trubkovité, zelené, hladké, duté a dorůstají až 35 cm. Květy jsou nachové až nafialovělé, vzácně bílé nebo nažloutlé. Plodem je tobolka. Má ráda vlhkou i písčitou zeminu. Ideální jsou tedy břehy, vlhké louky atp. Je velice mrazuvzdorná. Dokáže růst na plném slunci i ve stínu (Hoskovec 2016).

4.1.4 Trávníčka přímořská (*Armeria maritima*)

Trávníčka přímořská patří mezi vytrvalé byliny z čeledi olověncovitých. Je rozšířená po celé cirkumpolární oblasti, ale můžeme ji najít i na jihu Jižní Ameriky. Je slanomilná a nejčastěji ji můžeme najít na skalách a útesech, které jsou poblíž pobřeží nebo také na písčínách a zasolených půdách. Druhotně se jí také daří podél silnic a v blízkosti obydlených míst. Tato rostlina vyžaduje slunné stanoviště, na kterých může kvést od května do září. Daří se jí v hlinitých a mírně jílovitých půdách, které jsou propustné. Dorůstá do 15 cm výšky, listy jsou přízemní, zelené a úzce čárkovité. Strbouly mají až 25 mm v průměru a plodem je tobolka. Je to velmi nenáročná skalnička, která dobře poslouží na zakrytí volného místa na skalce nebo jako lemování zahradních záhonů. Její odolnost proti mrazu je vysoká, můžeme ji však poškodit příliš velkou zálivkou nebo přehnojením (Hoskovec 2007).

4.2 Popis nádobového experimentu

Tento nádobový experiment byl plánován jako experiment krátkodobého charakteru, v řádech měsíců, proto jsem nosnou konstrukci dimenzoval tak, aby byla dostatečně pevná, měla dostatečnou nosnost a splnila svou funkci v daném časovém horizontu. Neřešil jsem tedy některé prvky, které by vertikální zahrada splňovat měla, jako např. estetický vzhled. Podle dílčího členění v této bakalářské práci lze tento nádobový experiment zařadit do podkategorie modulové živé zdi. Vertikální zahrada je osazená na vnější straně obvodové zdi mého domu, situována na jižní světovou stranu s přibližným odklonem 3° na východ. Je rozdělena na dvě části o čtyřech řadách a čtrnácti sloupcích. Řady jsou mezi sebou odděleny 30 cm velkou mezerou a poslední, ta nejnižší řada je taktéž 30 cm na zemi. Rostliny jsou vysazeny v tzv. náhodném designu, tak aby každý jeden druh byl rozprostřený po celé vertikální zahradě. Aby bylo možno každou jednotlivou rostlinu identifikovat, ke každé rostlině byl přiřazen vlastní název složený z jednoho písmene, které představuje počáteční

písmeno názvu rostliny v českém jazyce a číslice od 1 do 14, protože bylo vybráno od každého druhu 14 rostlin (Tab. č. 1).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	M1	P1	T5	R2	P13	M7	T10	R9	M5	P11	T3	R6	M10	P10
2	T1	M3	R11	P8	M4	T4	R13	P12	T9	M13	R3	P7	T2	M9
3	R1	T6	P3	M6	T11	R14	P9	M12	R7	T7	P5	M8	R5	T13
4	P14	R12	M2	T12	R10	P4	M11	T8	P2	R8	M14	T14	P6	R4

Tab. 1: Rozmístění rostlin v nádobovém experimentu pomocí nahodilého designu

4.2.1 Charakteristika použité konstrukce

S přihlédnutím na požadavky tohoto experimentu jsem tedy sestavil konstrukci z dřevěného materiálu (Obr. č. 7). Největší výhody tohoto materiálu jsou, že se s ním dobře pracuje a nároky na sestavení takové konstrukce nevyžadují hlubší znalosti řemeslného charakteru a velkou manuální zručnost. Dřevo je také snadno dostupné jakémukoliv člověku a v porovnání s ostatními materiály je levné. K nevýhodám takové konstrukce patří to, že dřevo není příliš odolné proti povětrnostním podmínkám a při častém styku s vodou nebo vlhkostí má sklony k hnilobě. Konstrukci jako celek tvoří přední a zadní část. Zadní část, která je blíže k objektu je nosná. Jejím cílem je udržet vertikální zahradu zavěšenou na objektu a nese tak celou tíži. Je tvořena ze šesti paletových prken dlouhých 2700 mm, širokých 95 mm a vysokých 20 mm, v horizontální poloze s rozstupem 300 mm a šesti paletových prken totožných rozměrů ve vertikální poloze, které spojují horizontální prkna a dohromady tvoří mřížovou strukturu. První a čtvrtá řada horizontálních prken od shora je zaháknuta do ocelových pozinkovaných skob s vrutem. Ocelové skoby o průměru 0,7 mm, délce závitu 50 mm a délce 125 mm jsou zakotveny do zdi objektu pomocí rámových hmoždinek z nylonu dlouhých 100 mm, které jsou ve stěně navrtány v rozstupech 500 mm tak, aby zaručily dostatečnou nosnost. K zadní stěně je přibito ze směru od stěny objektu 60 dřevěných krychlí, jejichž rozměry jsou 95x95x95 mm, ocelovými hřeby s pozinkováním o délce 130 mm, které spojují zadní a přední část vertikální zahrady. Ke každé řadě horizontálních prken je přibito 6 krychlí s rozstupem 420 mm. Ty mají za cíl odizolovat kontejnery vertikální zahrady tak, aby nedocházelo k tepelným mostům mezi zdí objektu a přezimování rostlin tak nebylo ovlivněno teplem.

Přední část konstrukce je přibita stejnými výše popsanými hřeby k těmto krychlím ve směru ke stěně objektu. Tato část tvoří prostor pro zavěšení kontejnerů a je tvořena z deseti dřevěných prken již výše popsaných rozměrů, které jsou situovány horizontálně pod sebe se 100 mm rozstupem.



Obr. 7: Nádobový experiment ze dne 27. 5. 2020

4.2.2 Charakteristika použitého substrátu

Jako substrátové médium v této experimentální vertikální zahradě bylo zvoleno suché keramické kamenivo Liapor ve frakcích 1–4 mm. Použití tohoto substrátu má tři důležité důvody. První z důvodů je, že toto kamenivo má horší tepelně izolační vlastnosti než tradiční zemina. Tímto jsou rostliny vystaveny větší zátěži na jejich odolnost při přezimování. Druhým důvodem je snížení celkové hmotnosti vertikální zahrady, protože toto médium je značně lehčí oproti tradiční zemině, konkrétně je jeho objemová hmotnost podle výrobce 500 kg/m^3 oproti zemině, která se pohybuje zhruba kolem 2000 kg/m^3 a třetím důvodem je minimalizace výskytu škůdců a výskytu planých rostlin v nádobách. Liapor se vyrábí vypalováním cypřišových jíílů při teplotách okolo $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ a vyznačuje se granulovanou formou s téměř kulovitými zrny s vnitřní stejnoměrnou pórovitou nekapilární strukturou a uzavřeným slinutým povrchem, je známý také jako keramzit. Jeho hlavní výhody jsou

pevnost, malá nasákavost, stálost, zdravotní nezávadnost a již výše popsaná nízká objemová hmotnost.

4.2.3 Způsob zavlažování a hnojení

Zavlažování vertikální zahrady bylo realizováno prostřednictvím pitné vody z vodovodního řadu. Voda se před aplikací vždy nechala odstát v zahradní konvi tak, aby dosahovala pokojové teploty. Zálivka byla vždy přizpůsobována aktuálnímu počasí. V období vegetačního růstu se zálivka realizovala 2x denně, a to takovým způsobem, že do každého kontejneru byla dodávána do doby, než začala protékat jeho spodním děrováním. V chladných měsících, tedy především v zimě, kdy rostliny přešly do hibernace se rostlinám dodávala zálivka sporadicky do takové míry, aby nedošlo v úplnému vysušení substrátu. S ohledem na vývoj počasí a také na to, že období zimy v době, kdy byl experiment prováděn, vykazovalo nestandardně nadprůměrné teploty nebylo možné stanovit konstantní množství zálivky pro rostliny. Objem dodávané vody byl tedy vždy přizpůsoben tomu, aby nedocházelo k poškození rostlin.

Vzhledem k tomu, že Liapor na rozdíl od zeminy nedisponuje žádnými živinami použil jsem pro podporu růstu rostlin hnojivo. Rostliny byly hnojeny jen v růstové fázi, dokud nepřešly do období vegetačního klidu. K hnojení vertikální zahrady bylo použito granulovaného hnojiva značky Ceresit s guánem pro univerzální použití. Hnojivo bylo aplikováno zapracováním do média substrátu tak, aby nepoškozovalo listy rostlin. Dávkování výrobce na obalu výrobku je pouze orientační, proto byla velikost dávky s přihlédnutím na doporučené dávkování upravena na velikost jedné polévkové lžičce pro každý pěstební kontejner. Další dávka byla aplikována vždy až po rozpuštění guána, aby nedocházelo k přehnojení rostlin.

4.2.4 Charakteristika použitých pěstebních kontejnerů

Pro pěstování vybraných rostlin na zhotovené konstrukci byly vybrány černé pěstební kontejnery z tvrzeného plastu v počtu 56 kusů, tedy pro každou rostlinu jeden. Tyto květníky jsou čtvercového půdorysu vysoké 23 cm o objemu 5,7 l. Jejich horní lem má rozměry 20x20 cm, který se postupně zužuje až ke dnu, které má rozměry 14x14 cm. Dno těchto kontejnerů je opatřeno výstupy na odtok vody.

4.2.5 Sběr a analýza dat

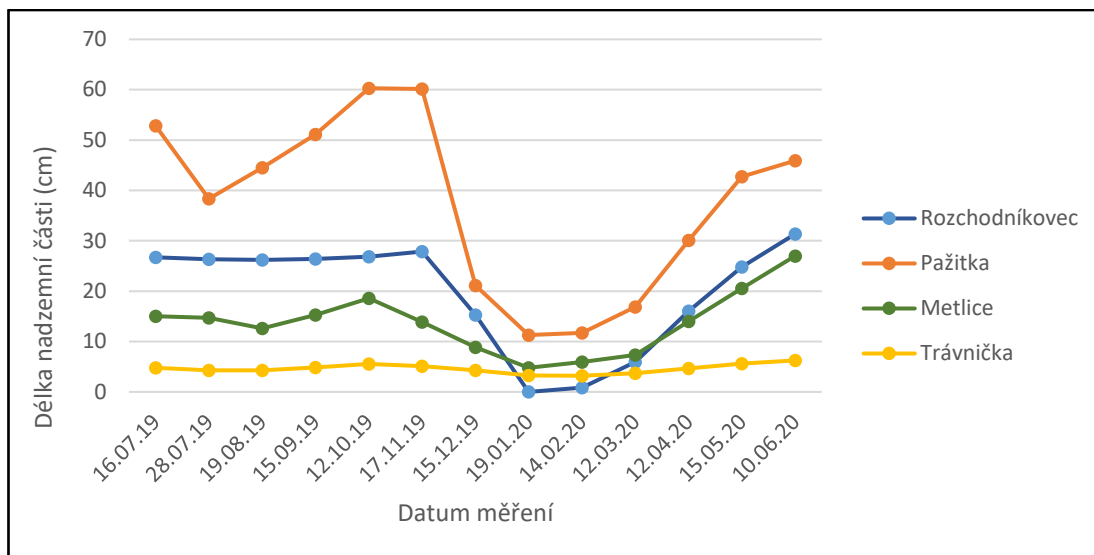
Rostliny byly přesazeny do nádobového experimentu dne 16. 7. 2019. Byly vybrány celkem 4 druhy rostlin a od každého druhu bylo přesazeno 14 kusů. Celkem

tedy byla data sbírána z 56 kusů rostlin. Při přesazování a posledním měření byla rostlinám změřena délka nadzemní části a délka kořenů, spočteno množství listů a kořenů a každá rostlina byla zvážena pomocí kuchyňské váhy. Poté byla data sbírána každý kalendářní měsíc, kdy byla změřena vždy délka nadzemní části a počet zelených listů u každé rostliny, která byla doplněna případnou poznámkou o stavu rostliny (Příloha č. 1–20). Na měření délky nadzemní části byl použit svinovací metr. Dále byl instalován na bok konstrukce vertikální zahrady maximo – minimální rtuťový teploměr, jehož účelem bylo určit, zda bude zaznamenána v zimním období teplota pod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Konečným výstupem je ohodnocení jednotlivé rostliny systémem známkování od 1 do 3. Rostliny se známkou „1“ jsou ty, které v nádobovém experimentu prosperovaly bez větších problémů. Znamka „2“ jsou rostliny, které dokázaly přežít, avšak nejeví známky prosperity nebo se jen nepatrně zlepšily a známkou „3“ jsou ohodnoceny rostliny, které během života ve vertikální zahradě uhynuly. Poté budou tyto známky zprůměrovány aritmetickým průměrem a rozděleny podle druhů rostlin.

5. Výsledky práce

Výsledky této práce, tedy zjištění vhodnosti výsadby druhů a zhodnocení stavu vybraných rostlin po přezimování ve ztížených podmínkách vertikální zahrady, ukázaly, že každý jednotlivý druh utrpěl větší či menší ztráty v důsledku přesazení z pěstebních kontejnerů se zeminou do kontejnerů s keramickým kamenivem. Přesazení proběhlo 16. 7. 2019, rostliny tedy měly několik měsíců, aby se přizpůsobily novému prostředí, než nastane období vegetačního klidu. Obecně je za toto období považováno rozmezí od října do února. Budeme-li z tohoto předpokladu vycházet stávají se nám podstatnými hodnoty měření, které proběhly v rozmezí od 12. 10. 2019 do 14. 2. 2020.

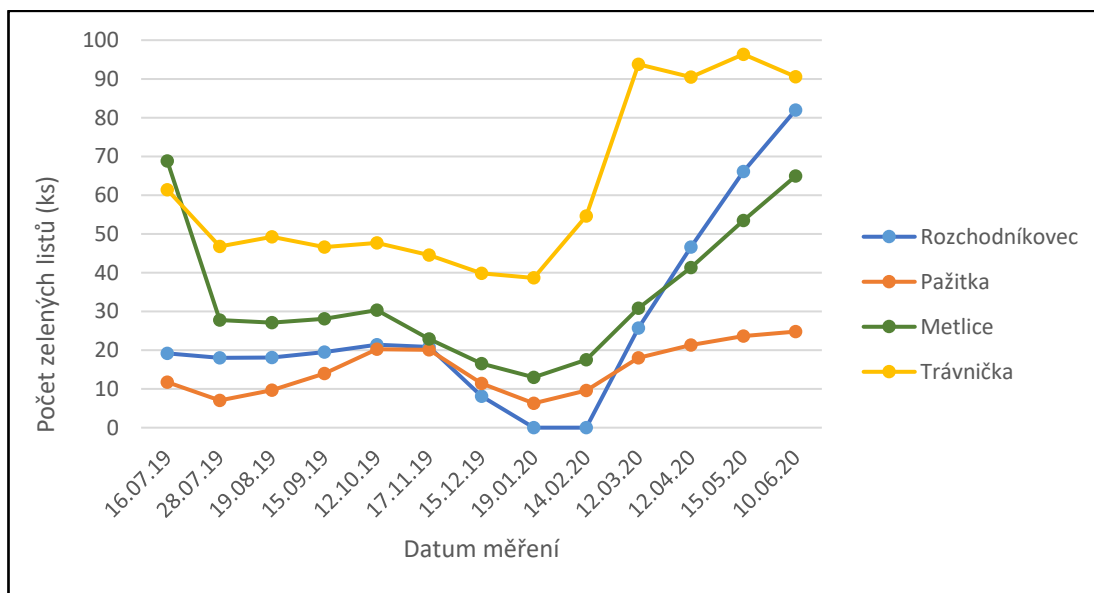
Z výsledků měření by se mohlo zdát, že jako nejméně adaptabilní a vhodné jsou r. velký (dále jen rozchodníkovec) a m. trsnatá (dále jen metlice) (Obr. č. 8,9; Tab. č. 2). Rozchodníkovec, kterému uhynuly veškeré nadzemní části během přezimování, však v jarním období vyrašil ve vícero výhoncích než na počátku. Je tedy zřejmé, že zimu dokáže přečkat bez větších ztrát. Metlice naopak začíná hynout ihned po přesazení a dále odumírá i v následujících měsících. Od února však můžeme pozorovat, že se metlice opět započala nový růst. Z původních 14 vzorků jich zdánlivě uschlo 8, na konci experimentu byly pouze 4 trvale odumřelé.



Obr. 8: Graf vývoje průměrné délky nadzemní části rostlin pro jednotlivá měření

Druh / Datum	16.07.19	28.07.19	19.08.19	15.09.19	12.10.19	17.11.19	15.12.19	19.01.20	14.02.20	12.03.20	12.04.20	15.05.20	10.06.20
Rozchodník.	26,71	26,32	26,21	26,43	26,86	27,86	15,29	0,00	0,82	5,96	16,07	24,82	31,36
Pažitka	52,86	38,36	44,50	51,14	60,29	60,14	21,14	11,29	11,71	16,86	30,07	42,71	45,93
Metlice	15,00	14,71	12,64	15,29	18,57	13,86	8,86	4,79	5,93	7,36	14,00	20,57	27,00
Trávnička	4,82	4,29	4,29	4,86	5,57	5,11	4,29	3,29	3,21	3,71	4,64	5,61	6,25

Tab. 2: Průměrné hodnoty délky nadzemní části (cm)

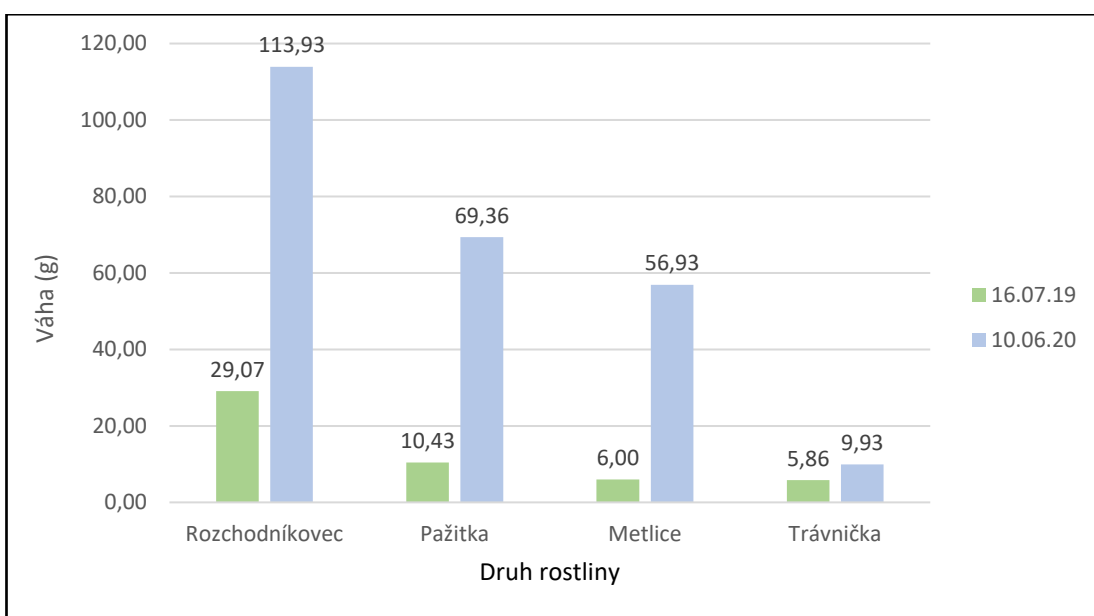


Obr. 9: Graf vývoje průměrného počtu zelených listů pro jednotlivá měření

Druh / Datum	16.07.19	28.07.19	19.08.19	15.09.19	12.10.19	17.11.19	15.12.19	19.01.20	14.02.20	12.03.20	12.04.20	15.05.20	10.06.20
Rozchodník.	19,14	18,00	18,14	19,50	21,43	20,86	8,07	0,00	0,00	25,71	46,57	66,07	82,00
Pažitka	11,71	7,07	9,71	14,00	20,21	20,07	11,43	6,29	9,57	18,00	21,36	23,64	24,79
Metlice	68,79	27,79	27,14	28,07	30,29	22,93	16,50	13,00	17,50	30,86	41,29	53,50	64,93
Trávnička	61,43	46,79	49,21	46,64	47,71	44,50	39,86	38,64	54,64	93,79	90,50	96,36	90,57

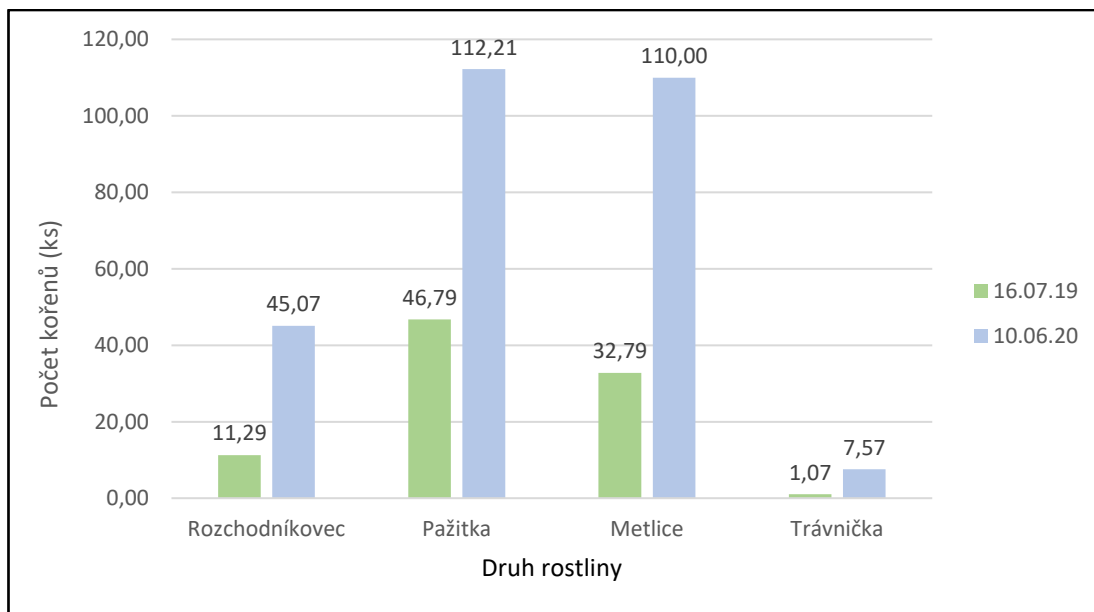
Tab. 3: Průměrné hodnoty počtu zelených listů (cm)

Poslední tři níže uvedené grafy ukazují hodnoty, které byly zaznamenány pouze v počátečním a konečném měření. V prvním případě (Obr. č. 10) zde porovnáváme váhu rostlin, kde z grafu vyplývá, že všechny druhy měly několikanásobný přírůstek kromě trávničky, která je ale svým vzrůstem z podstaty malá, a z tohoto důvodu není váhový rozdíl tak značný.



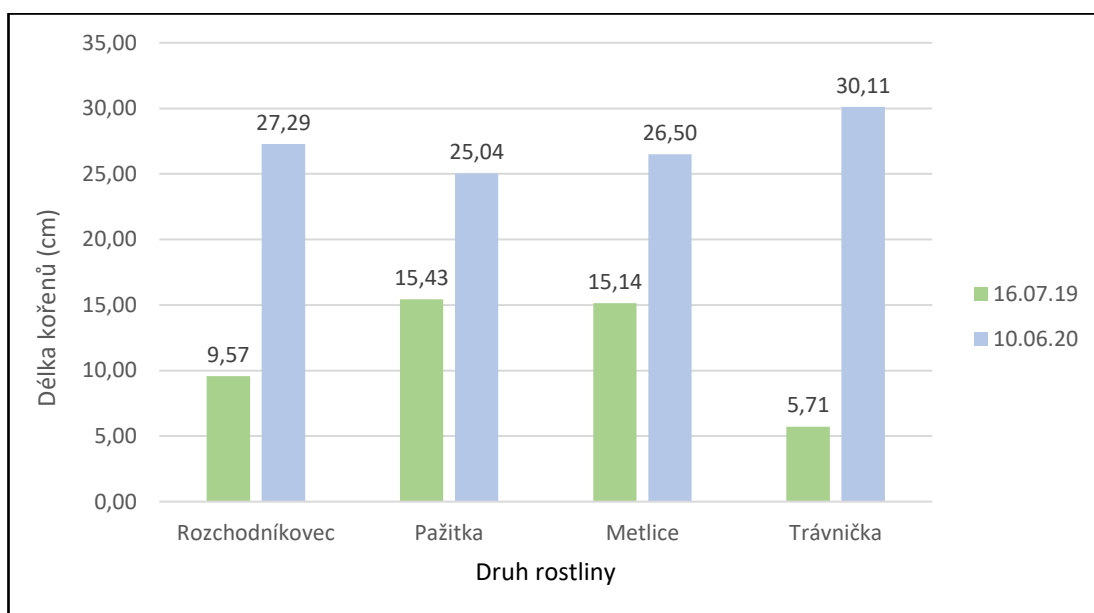
Obr. 10: Graf průměrně naměřené váhy

Ve druhém grafu (Obr. č. 11), který zachycuje vývoj počtu kořenů je znázorněno, že k nejvyššímu nárůstu došlo u pažitky a metlice.



Obr. 11: Graf průměrného počtu kořenů

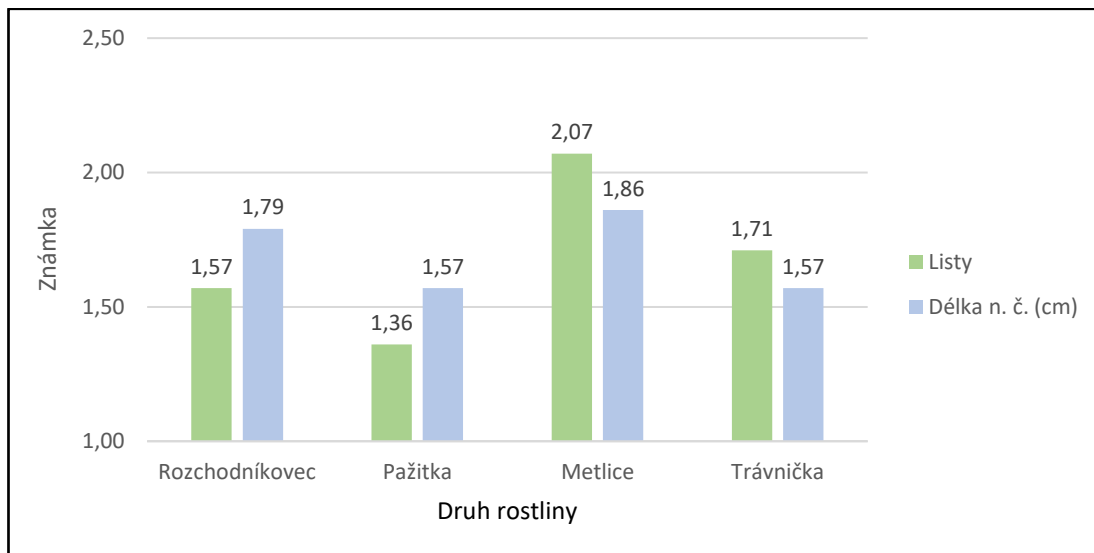
Hodnoty třetího grafu (Obr. č. 12) porovnávají délku kořenů mezi prvním a posledním měřením, ve kterých byly sledovány. Lze vyčíst, že ačkoliv měl každý druh při prvním měření rozdílnou délku, při posledním měření dosahovaly rostliny podobné délky napříč všemi zkoumanými druhy.



Obr. 12: Graf průměrné délky kořenů vybraných druhů rostlin

Poslední grafický výstup (obr.č. 13), který hodnotí rostliny známkami 1 až 3 (metoda hodnocení popsána blíže v části „Sběr a analýza dat“), udává průměrnou známku každého druhu podle počtu zelených listů a délky nadzemní části. Nejlépe si v tomto ohledu vedla pažitka, jejíž průměrná známka z počtu listů je nejnižší a podle

délky nadzemní části se dělí společně s trávničkou o nejlepší výsledek. To napovídá faktu, že se pažitce dařilo nejlépe prosperovat. Naopak metlice překročila podle atributu počtů listů jako jediná hranici průměrné známky 2. Největší vliv, na tento výsledek měl počet úhynů rostlin tohoto druhu.



Obr. 13: Graf průměrné známky druhu rostliny

Jako nejvhodnější kandidáti na výsadbu se projeví p. pobřežní (dále jen pažitka) a t. přímořská (dále jen trávnička). Obě rostliny byly po celou dobu vegetačního klidu zelené a nedocházelo u nich ani k větším ztrátám během zimních měsíců. Pažitka během vegetačního klidu uschla pouze ve třech případech v lednu, avšak v únoru již pozorujeme nově rašící výhonky a od dubna již rostlina kvete. Do konce experimentu tedy trvale neuhynula ani jedna pažitka. Pro výsadbu do vertikálních zahrad je tedy vynikajícím zástupcem. U trávničky můžeme pozorovat podobné chování jako u pažitky. I tento zástupce si drží své hodnoty po celou dobu, v období mezi červencem a listopadem odumírají tři rostliny, které se do konce měřeného období nevzpamatovaly. Ostatní trávničky již od května kvetly a z přírůstků listů vidíme, že je i tento druh velmi vhodný k výsadbě, jelikož tvoří velké trsy.

6. Diskuze

Jak je již uvedeno ve výsledcích práce, každý druh rostliny má během svého růstu svá odlišná specifika, a tak jednotná pravidla pro měření všech druhů nemusí mít vždy vypovídající hodnoty. Např. u p. pobřežní v parametru měření nadzemní části bylo častým jevem, že jeden z výhonků výrazně převyšoval ostatní a ve chvíli, kdy byl narušen povětrnostními vlivy, začal hynout od shora. Při dalším měření, již tedy nebyl započítán a může se zdát, že výška nadzemní části takové rostliny se rapidně snížila a neprosperuje. Přitom u takové rostliny při stejném měření byl zaznamenán přírůstek v počtu listů, které ale nedosahovaly takové délky, jako ten, který uschnul. Přesto p. pobřežní po celou dobu experimentu vykazovala dobré výsledky. Prokázala svou odolnost vůči povětrnostním podmínkám, v mínusových teplotách si zachovala zelené zbarvení a houževnatě se přizpůsobila změně substrátu, vertikality a dalším specifickým podmínkám spojených se způsobem pěstování na jižní světové straně. Např. McLaughlin (2012) a Coronado (2015) doporučují tuto bylinu jako jednoho z nejlepších zástupců pro vertikální zahradničení. Z výše popsaných výsledků vyplývá, že se s jejich stanoviskem lze ztotožnit a pažitku vyhodnotit jako nejvhodnější rostlinu ze zkoumaných druhů.

Z výsledků měření délky kořenů vyplývá, že ačkoliv má každý druh jiný kořenový systém, poslední měření nám ukazuje přibližně podobné hodnoty u všech druhů. Vycházíme z předpokladu, že rostliny byly limitovány dnem pěstebních kontejnerů, a je tedy možné, že v jiných podmínkách by byly rozdíly znatelnější. Vzhledem k faktu, že se vláhová úroveň udržovala pouze v nejnižších vrstvách substrátu, lze usoudit, že všechny druhy rostlin usilovaly o co nejhlubší zakořenění. Je tedy k uvážení, zda má takové měření v tomto případě vypovídající charakter.

Úhyn biomasy byl zaznamenán i u rozchodníkovce. Veškeré rostliny tohoto druhu byly vysazeny s jednou nadzemní částí, která u všech rostlin na konci roku uschla a téměř celý měsíc se jevila jako mrtvá, což také vedlo ke zkreslení výsledků. Navíc tento jev může kazit estetický dojem vertikální zahrady během zimního období, což by podpořilo výsledky hodnocení vitality Přerovské (2013), která uvádí, že se tento druh jeví jako méně vhodný. A to z důvodu, že podle hodnocení, které prováděla na různých vertikálních, nedosahoval rozchodníkovce dobrých výsledků a kvalifikovala jej tedy jako méně vhodnou rostlinu pro živé stěny. Začátkem února 2020 však začaly růst nové výhonky. Ukázalo se tedy, že r. velký je schopný nejen přezimovat, ale na jaře vyrazit ještě ve větší síle.

Dalším faktorem, který podle mého názoru měl velký vliv na výsledky jsou klimatické podmínky. Vzhledem k tomu, že experiment trval jeden rok, nebylo možné nasbírat data z více letních a zimních období. Zima, která byla v průběhu experimentu, vykazovala více než nadprůměrně teplé hodnoty, průměrná zimní teplota během experimentu byla (prosinec 2019–únor 2020) 2 °C (ČHMU 2020) a tak je otázkou, zda by zkoumané rostliny dokázaly přezimovat stejně dobře při průměrné teplotě -1,3 °C (ČHMU 2020) nebo chladnější zimě. Bylo by tedy zajímavé zopakovat tento experiment v delším časovém úseku, který by lépe ukázal, jak který druh reaguje na teplotní změny a povětrnostní vlivy. V případě, že by měl být tento nádobový experiment zopakován, dá se pracovat z již nabytými zkušenostmi. Např. vzhledem k umístění na jižní světovou stranu by měl být postaven přístřešek menšího rozměru, který by chránil rostliny alespoň z části dne proti přímému slunečnímu svitu. Díky nadprůměrným letním teplotám (červen–srpen 2019) 19,5 °C (ČMHU 2020), které panovaly, se plastové kontejnery prohřály natolik, že přes keramické kamenivo, které bylo použito jako substrát, se tato teplota přenesla i na kořeny rostlin, a díky stresovému faktoru v růstu stagnovaly. Střešní přístěnek by také sloužil jako ochrana před ptačím trusem, který by zamezil uhynutí nejméně jedné trávničky přímořské, která byla zasažena, a tím došlo k popálení jejích listů a posléze uhynutí.

Vertikální zahrady se dají realizovat i jinými možnými způsoby. Např. s hydroponickým systémem zavlažování, který může zcela nahradit substrát. Výhodou takového pěstování je rychlejší zakořenění, a tedy i sklizeň úrody (Soumar 2017). Tento typ zahrad se však příliš nehodí do podnebních podmínek, kde byl experiment proveden, jelikož zde bývá chladnější zima a kořeny rostlin by nebyly téměř vůbec chráněny pěstebním médiem před mrazem, který má lepší tepelně izolační vlastnosti. Z těchto a několika dalších důvodů byl pro tento nádobový experiment zvolen Liapor, jako kompromis, který svými vlastnostmi eliminuje některé nevýhody hydroponického pěstování a pěstování v půdním substrátu.

Jednou z dalších skutečností, které mohou přímo ovlivnit kvalitní růst zeleně, je výběr orientace zahrady na světovou stranu. V případě umístění na jižní stranu je vliv slunečního svitu nejintenzivnější. To vyžaduje, že rostliny na nich pěstované musí být houževnaté a vysoce adaptabilní vůči vyšším teplotám, aby nedocházelo k jejich spálení nebo přehřátí. Z tohoto důvodu se jižně orientované zahrady příliš nerealizují (Pejchal 2011; Vrbas 2015). Toto tvrzení se přímo shoduje s poznatky získanými během provedeního experimentu, který byl situován s minimální odchylkou téměř přesně na jih. Rostliny byly ve sledovaném období vystaveny nadprůměrným letním

teplotám, například zástupce metlice dle zjištěných dat snášela tuto okolnost nejhůře. Docházelo u ní k výraznému žloutnutí nadzemní části a stagnaci v růstu. Naopak Straka a Straková (2011) uvádějí, že tento druh je velmi odolný a přizpůsobivý suchu a vyžaduje sluneční svit. Což by v tomto experimentu mohlo predikovat, že pěstování ve vertikalitách s kombinací změny substrátu byl pro tento druh příliš silným stresovým faktorem, kvůli kterému metlice neodstála své odolnosti. Obecně se dá konstatovat, že i ostatní pěstované druhy se potýkaly s problémy, které souvisely s přímým slunečním svitem. Listy měly tendenci více žloutnout a usychat.

7. Závěr

Ačkoliv je problematika vertikálních zahrad v České republice stále velmi neprobádané téma, takřka po celém světě na různých kontinentech můžeme najít výzkumníky, kteří se této problematice věnují. I když mají vertikální zahrady kořeny hluboko v historii, dodnes je jejich pojmenování a dělení do různých kategorií neucelené. Přesto se autoři zabývající touto problematikou shodují na nesporných výhodách, které nám tyto zahrady mohou poskytnout. Především jejich aplikace ve velkých městech v koncentrovanějším měřítku nám může pomoci vyřešit, nebo alespoň částečně eliminovat negativní vlivy velkoměst. Jedná se např. o městské tepelné ostrovy a zlepšení kvality ovzduší, ale i v menší koncentraci poskytuje tento typ zahrad nezanedbatelné výhody pro jejich majitele.

Díky celkem širokému spektru variant vertikálních zahrad se nám naskýtá možnost výběru velkého množství druhů rostlin, které v nich můžeme pěstovat. Výběr zaleží tedy většinou pouze na klimatických podmínkách, umístění a předpokládaném vzhledu zahrady.

Ze čtyř vybraných druhů rostlin, které byly v nádobovém experimentu testovány vykazovala nejlepší výsledky p. pobřežní, které se v daných podmínkách dařilo nejlépe. Naopak jako nejméně vhodná se prokázala m. trsnatá, u které byl zaznamenán největší úhyn. Přesto většina rostlin tohoto druhu přežila a dokázala v těchto podmínkách prosperovat, nedá se tedy jednoznačně konstatovat, že by metlice byla pro vertikální zahrady zcela nevhodná. Nicméně je to druh vhodný spíše na stinná stanoviště.

8. Zdroje

8.1 Literatura

ALEXANDRI, E. and JONES, P. *Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates*. Building and Environment, 2008, 43(4), 480–493. DOI: 10.1016/j.buildenv.2006.10.055.

BURIAN, S. *Popínavé rostliny*. Praha, BRIO, 1997. ISBN 80-902-2094-0

BURIAN, S. *Pnoucí dřeviny a jejich vliv na konstrukce*. Konference Stromy a jejich vliv na stavby: sborník příspěvků. Malenovice, Praha, Sekurkon v Neosetu, 2005. 87-91 str. ISBN 80-86604-21-7.

CORONADO, S. *Grow a Living Wall: Create Vertical Gardens with Purpose: Pollinators – Herbs and Veggies – Aromatherapy – Many More*. Quattro Publishing Group USA, 2015. 160 s. ISBN 1591866243.

DOERNACH, R. *Über den Nutzungen von Biotektonischen Grunsystemen*. Garten und Landschaft 89(6). 1979.

DUNNETT, N. and KINGSBURY, N. *Planting green roofs and living walls*. Portland: Timber Press, 2004. 254 s. ISBN 0-8819-2640

ERDOĞAN, E. ve ALIASGHARI KHABBAZI, P. *Yapı Yüzeylerinde Bitki Kullanımı, Dikey Bahçeler ve Kent Ekolojisi, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 2013, 6(1). ISSN: 1308-0040

FRANCIS, R.A. and LORIMER, J. *Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls*. J. Environ. Manage, 2011, 92(6). DOI: 10.1016/j.jenvman.2011.01.012.

GANDY, M. *The Ecological Facades of Patrick Blanc*. Architectural Design, 2010, 80(3), 28–33 s. DOI: 10.1002/ad.1071.

JOHNSTON, J. and NEWTON, J. *Building Green “A guide to using plants on roofs, walls and pavements”*. Greater London Authority. London, 2004. ISBN: 1-85261-637-7.

KÖHLER, M. *Green facades—a view back and some visions*. Urban Ecosystems, 2008, 11(4). 423–436 s. DOI: 10.1007/s11252-008-0063-x.

LI, F., WICHMANN, K. and OTTERPOHL, R. *Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses*. Science of the Total Environment, 2009. 407 s. ISSN: 3439-3449.

MANSO, M. and CASTRO-GOMES, J. *Green wall systems: A review of their characteristics*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41. 2015. 863–871 s. DOI: 10.1016/j.rser.2014.07.203.

- MASI, F. et al. *Segregated black/grey domestic wastewater treatment by Constructed Wetlands in the Mediterranean basin: the Zer0-m experience*. Water Science & Technology, 2010, 61(1). 97-105 s. DOI: 10.2166/wst.2010.780.
- MCLAUGHIN, CH. *Vertical vegetable gardening: A living free guide*. Penguin, 2012. 288 s. ISBN 9781615643240.
- PÉREZ, G. et al. *Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings*. Applied Energy, 88(12), 2011. 4854–4859 s. DOI: 10.016/j.apenergy.2011.06.032.
- PERINI, K. et al. *Vertical greening systems, a process tree for green façades and living walls*. Urban Ecosystems, 16(2), 2012. 265–277 s. DOI: 10.1007/s11252-012-0262-3.
- POWE, N.A. and WILLIS, K.G. *Mortality and morbidity benefits of air pollution (SO₂ and PM₁₀) adsorption attributable to woodland in Britain*. J Environ Manage 70, 2004. 119–128 s.
- RAKSHANDEHROO, M. et al. *Green Facade (Vertical Greening): Benefits and Threats*. Applied Mechanics and Materials 747, 2015. 12–15 s. DOI: 10.4028/www.scientific.net/amm.747.12.
- STEMBERG, T. et al. *Dust particulate absorption by Ivy (Hedera Helix L.) on historic walls in urban environments*. Sci Total Environ 409, 2010. 162–168 s. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2010.09.022
- STICHMANN-MARNY, U., STICHMANN, W. und KRETZSCHMAR, E. *Der große Kosmos Naturführer – Tiere und Pflanzen*. Stuttgart: Kosmos, 2003. ISBN: 13:9783440094549.
- TAHA, H. *Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and antropogenic heat*. Energy and Buildings 25, 1997. 99–103 s.
- THOMPSON, J.W. and SORVING, K. *Sustainable Landscape Construction, A Guide to Green Building Outdoors*. Island Press, Washington D.C., 2000. 105-131 s.
- TIMUR, Ö. B. and KARACA, E. *Vertical Gardens: Advances in Landscape Architecture*. Intech, 2013. ISBN 978-953-51-1167-2.
- VAN UFFELEN, CH. *Green, Greener, Greenest: façades, roofs, indoors*. Salenstein: Braun, 2017. ISBN 978-3-03768-212-8.
- VOGEL, K. P., SCHMER, M. R. and MITCHELL, R. B. *Plant Adaptation Regions: Ecological and Climatic Classification of Plant Materials*. Rangeland Ecology & Management, 58(3), 2005. 315–319 s. DOI: 10.2111/1551-5028(2005)58[315:pareac]2.0.co;2.

8.2 Internet

Atlas rostlin [online]. 2020. Dostupné z: <https://www.atlasrostlin.cz/bambusy-travy/metlice-trsnata>

Atlas rostlin [online]. 2020. Dostupné z: <https://www.atlasrostlin.cz/kvetiny/travnicka-primorska>

Český hydrometeorologický ústav [online]. 2020. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty>

Introduction to Green Walls Technology [online]. Benefits and Design, Green Roofs for Healthy Cities; 2008. Dostupné z: https://greenscreen.com/docs/Education/greenscreen_Introduction%20to%20Green%20Walls.pdf

DALY, CH. et al. *Development of a New USDA Plant Hardiness Zone Map for the United States* [online]. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 2012 [cit. 2020-01-31]. DOI: 10.1175/2010JAMC2536.1. ISSN: 1558-8424. Dostupné z: <http://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/2010JAMC2536.1>

GILHOOLEY, M. *Green grass of work: a little bit of green can go a long way, and we aren't talking about money* [online]. Facilities Design and Management, 2002 [cit. 2009-04-08]. Dostupné z: <http://www.iuoe.org>

GONCHAR, J. *Vertical and verdant, living wall systems sprout on two buildings, in Paris and Vancouver* [online]. Architectural Record, McGraw-Hill Construction, 2007. Dostupné z: <https://www.architecturalrecord.com/articles/6665-vertical-and-verdant>

HOSKOVEC, L. *Armeria Maritima (Mill.) Willd. – trávnička přímořská/trávnička přímorská* [online]. 2007. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/armeria-maritima/>

HOSKOVEC, L. *Hylotelephium Maximum L. – rozchodník velký/rozchodníkovec největší* [online]. 2007. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/hylotelephium-maximum/>

HOSKOVEC, L. *Allium Schoenoprasum L. – pažitka pobřežní/cesnak pažitkový* [online]. 2016. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/allium-schoenoprasum/>

KOŽEŠNÍKOVÁ, I. *Popínavé dřeviny* [online]. Český zahrádkářský svaz, z.s., 2010. Dostupné z: https://www.zahradkari.cz/odborne/clanky/okrasne_dreviny/popinave/index.htm

LUNDHOLM, J. T. *Green Roofs and Facades: A Habitat Template Approach* [online]. Vol 4, no. 1. 2006. [cit. 2020-01-14]. ISSN 1541-7115. Dostupné z: http://www.urbanhabitats.org/v04n01/habitat_pdf.pdf

PECK, W. S. et al. *Greenbacks from Green roofs: Forging a New Industry in Canada* [online]. CMHC, Toronto, 1999. Dostupné z: <https://www.nps.gov/tps/sustainability/greendocs/peck-sm.pdf>

PEJCHAL, M. *Rostliny pro „vertikální“ zahrady ve venkovním prostoru*. [CDROM]. Zelené fasády, 2011. [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <http://www.szkt.cz>

PÉREZ, G. et al. *Vertical Greenery, Systems (VGS) for energy saving in buildings: A review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews [online]. Lleida: Elsevier Ltd.: ScienceDirect, 2014. DOI: 10.1016/j.rser.2014.07.055. Dostupné z: https://www.academia.edu/15330147/Vertical_Greenery_Systems_VGS_for_energy_saving_in_buildings_A_review

SCHEUMANN, R. et.al. *Greywater treatment as an option for effective wastewater management in small communities* [online]. Desalination and Water Treatment, 4, 2009. DOI: 10.5004/dwt.2009.352. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/229448067_Greywater_treatment_as_an_option_for_effective_wastewater_management_in_small_communities

STRAKA, J. a STRAKOVÁ, M. *Zakládání trávníků a péče o trávníky* [online]. Greenlab, 2011. Dostupné z: <http://www.szuz.cz/UserFiles/File/Zakladani%20travniku%20a%20pece%20o%20travniky.pdf>

Yeh, Y.P. *Green Wall – The Creative Solution in Response to the Urban Heat Island Effect* [online]. National Chung-Hsing University, 2012. Dostupné z: https://www.nodai.ac.jp/cip/iss/english/9th_iss/fullpaper/3-1-4nchu-yupengyeh.pdf

8.3 Diplomové práce a bakalářské práce

PŘEROVSKÁ, Z. *Vertikální zahrady v exteriéru a interiéru* [online]. Lednice, 2013 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/zp/portal_zp.pl?prehled=vyhledavani;podrobnosti=59579;download_prace=1. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici. Vedoucí práce doc. Ing. Tatiana Kuřková, CSc.

SOUMAR, P. *Vertikální zahrady ve vztahu k zakládání a údržbě zeleně* [online]. Brno, 2017 [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/8oa0qw/>. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici. Vedoucí práce Lukáš Štěfl, PhD.

VRBAS, F. *Vertikální zahrady ve střední Evropě* [online]. Brno, 2015 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/unpo0x/>. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici. Vedoucí práce prof. Ing. Miloš Pejchal, CSc.

8.4 Patenty

BRIBACH, CH. J. Vertical garden panel. US 2011/0059518 A1. 10.03.2011.

CORRADI, L. Hydroponic growing system. US 2009/007486 A1. 08.01.2009.

FUKUZUMI, Y. Plant growing method for greening wall surfaces. US 5579603. 03.12.1996.

8.5 Zdroje obrázků

Obr. 1: Dostupné z: <https://www.treehugger.com/sustainable-product-design/london-parents-crowd-fund-install-living-wall-school-playground-suck-pollution.html>

Obr. 2: Dostupné z: <https://livingroofs.org/green-walls/>

Obr. 3: Dostupné z: <https://officeplanthire.co.za/project-showcase/vertical-green-wall>

Obr. 4: Dostupné z: <https://homebydleni.cz/zahrada/rady-a-tipy/nechte-popinave-rostliny-zkraslit-vasi-zahradu/>

Obr. 5: Dostupné z: <https://www.amazon.co.uk/Vertical-Domestic-Commercial-Interior-Decoration/dp/B01GKFQ8JK>

Obr. 6: Dostupné z: <https://www.plantsonwalls.com/guides-2/frost-protection-vertical-gardens/>

9. Seznam obrázků, tabulek a grafů

9.1 Obrázky a grafy

Obr. 1: Obytná zeď v Paříži od Patricka Blanca/ foto Kelly Rossiter

Obr. 2: Zelená fasáda s lanovou konstrukcí ve Švýcarsku

Obr. 3: Modulární živá stěna v interiéru

Obr. 4: Ovčívá vistárie (*Wisteria*) v květu

Obr. 5: Modulární živá stěna s popisem rostlin

Obr. 6: Zimní ochrana. Živá stěna Florafelt od Mariky Shiori Clarkové, Hingetown, Cleveland, Ohio

Obr. 7: Nádobový experiment ze dne 27. 5. 2020

Obr. 8: Graf vývoje průměrné délky nadzemní části rostlin pro jednotlivá měření

Obr. 9: Graf vývoje průměrného počtu zelených listů pro jednotlivá měření

Obr. 10: Graf průměrně naměřené váhy

Obr. 11: Graf průměrného počtu kořenů

Obr. 12: Graf průměrné délky kořenů vybraných druhů rostlin

Obr. 13: Graf průměrné známky druhu rostliny

9.2 Tabulky

Tab. 2: Rozmístění rostlin v nádobovém experimentu pomocí nahodilého designu

Tab. 2: Průměrné hodnoty délky nadzemní části (cm)

Tab. 3: Průměrné hodnoty počtu zelených listů (cm)

10. Seznam příloh

Příloha 1: Celková data pro rozchodníkovce velkého v období červenec 2019.

Příloha 2: Celková data pro rozchodníkovce velkého v období srpen–říjen 2019.

Příloha 3: Celková data pro rozchodníkovce velkého v období listopad 2019–leden 2020.

Příloha 4: Celková data pro rozchodníkovce velkého v období únor–duben 2020.

Příloha 5: Celková data pro rozchodníkovce velkého v období květen–červen 2020 včetně výsledného známkování.

Příloha 6: Celková data pro pažitku pobřežní v období července 2019.

Příloha 7: Celková data pro pažitku pobřežní v období srpen–říjen 2019.

Příloha 8: Celková data pro pažitku pobřežní v období listopad 2019–leden 2020.

Příloha 9: Celková data pro pažitku pobřežní v období únor–duben 2020.

Příloha 10: Celková data pro pažitku pobřežní v období květen–červen 2020 včetně výsledného známkování.

Příloha 11: Celková data pro metlici trsnatou v období července 2019.

Příloha 12: Celková data pro metlici trsnatou v období srpen–říjen 2019.

Příloha 13: Celková data pro metlici trsnatou v období listopad 2019–leden 2020.

Příloha 14: Celková data pro metlici trsnatou v období únor–duben 2019.

Příloha 15: Celková data pro metlici trsnatou v období květen–červen 2020 včetně výsledného známkování.

Příloha 16: Celková data pro trávničku přímořskou v období červenec 2019.

Příloha 17: Celková data pro trávničku přímořskou v období srpen–říjen 2019.

Příloha 18: Celková data pro trávničku přímořskou v období listopad 2019–leden 2020.

Příloha 19: Celková data pro trávničku přímořskou v období únor–duben 2020.

Příloha 20: Celková data pro trávničku přímořskou v období květen–červen 2020 včetně výsledného známkování.

PŘÍLOHY

<i>Hylotelephium maximum</i>	Přesazení 16.7.2019					28.07.2019		
	váha (g)	délka n.č. (cm)	d. kořenů (cm)	počet listů	počet kořenů	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
H1	20	23,5	8,5	14	7	14	23,5	nakvétá
H2	39	25	15	18	6	18	25	nakvétá
H3	21	21	5	18	8	16	21	-
H4	41	31	12	20	15	20	31	nakvétá
H5	40	28,5	12	20	17	19	28,5	-
H6	31	29	10	22	12	20	29	nakvétá
H7	33	30,5	10,5	23	12	19	30,5	-
H8	37	31	8	21	8	20	31	-
H9	13	27	6	15	9	15	25	-
H10	45	31,5	14	22	19	22	30	-
H11	17	28	8	22	15	19	26	nakvétá
H12	18	21	5	18	9	17	21	nakvétá
H13	8	16	5	14	3	13	16	-
H14	44	31	15	21	18	20	31	-
průměr druhu	29,07	26,71	9,57	19,14	11,29	18,00	26,32	-

Příloha 1: Celková data pro rozchodníkovec velkého v období červenec 2019.

<i>Hylotelephium maximum</i>	19.08.2019			15.09.2019			12.10.2019		
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
H1	15	23,5	kvete	17	25	kvete	18	27	kvete
H2	17	25	kvete	19	25	kvete	22	25	kvete
H3	16	21	nakvétá	16	22	kvete	16	24	kvete
H4	19	30,5	-	22	30,5	-	25	30	-
H5	19	28	-	21	27	-	24	27	-
H6	20	29	kvete	20	29	kvete	23	29	kvete
H7	18	30	nakvétá	20	30,5	kvete	21	31	kvete
H8	20	31	-	21	31	-	23	32	-
H9	16	25	nakvétá	19	25	kvete	24	24	kvete
H10	23	30	nakvétá	25	30	kvete	28	30	kvete
H11	20	26	kvete	20	26	kvete	21	25	kvete
H12	17	21	kvete	17	21	kvete	17	22	kvete
H13	14	16	nakvétá	14	16	kvete	14	16	kvete
H14	20	31	nakvétá	22	32	kvete	24	34	kvete
průměr druhu	18,14	26,21	-	19,50	26,43	-	21,43	26,86	-

Příloha 2: Celková data pro rozchodníkovec velkého v období srpen–říjen 2019.

<i>Hylotelephium maximum</i>	17.11.2019			15.12.2019			19.01.2020		
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
H1	18	29	odkvetla	6	29	usychá	0	0	uschla
H2	21	26	odkvetla	9	0	uschla	0	0	uschla
H3	16	26	odkvetla	5	25	usychá	0	0	uschla
H4	23	32	-	10	32	usychá	0	0	uschla
H5	23	29	-	9	0	uschla	0	0	uschla
H6	23	29	odkvetla	10	29	usychá	0	0	uschla
H7	21	33	odkvetla	8	32	usychá	0	0	uschla
H8	21	31	-	8	0	uschla	0	0	uschla
H9	24	25	odkvetla	9	0	uschla	0	0	uschla
H10	28	31	odkvetla	11	30	usychá	0	0	uschla
H11	20	27	odkvetla	10	0	uschla	0	0	uschla
H12	17	23	odkvetla	5	22	usychá	0	0	uschla
H13	14	15	odkvetla	4	15	usychá	0	0	uschla
H14	23	34	odkvetla	9	0	uschla	0	0	uschla
průměr druhu	20,86	27,86	-	8,07	15,29	-	0,00	0,00	-

Příloha 3: Celková data pro rozchodníkovce velkého v období listopad 2019–leden 2020.

<i>Hylotelephium maximum</i>	14.02.2020			12.03.2020			12.04.2020		
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
H1	0	0,5	raší nové výhonky	20	5	3 nové výhonky	45	14	-
H2	0	1	raší nové výhonky	28	6	5 nových výhonků	57	16	-
H3	0	1	raší nové výhonky	26	6,5	4 nové výhonky	52	17,5	-
H4	0	0,5	raší nové výhonky	36	5	4 nové výhonky	48	16,5	-
H5	0	1	raší nové výhonky	33	7	3 nové výhonky	55	18	-
H6	0	1	raší nové výhonky	22	6,5	3 nové výhonky	54	15	-
H7	0	1	raší nové výhonky	23	7	3 nové výhonky	42	17	-
H8	0	1	raší nové výhonky	18	6	2 nové výhonky	38	17,5	-
H9	0	1	raší nové výhonky	26	6,5	4 nové výhonky	49	14	-
H10	0	0,5	raší nové výhonky	25	5	3 nové výhonky	39	16,5	-
H11	0	0,5	raší nové výhonky	24	5	4 nové výhonky	44	14	-
H12	0	0,5	raší nové výhonky	28	5,5	4 nové výhonky	45	16	-
H13	0	0,5	raší nové výhonky	16	4,5	2 nové výhonky	25	15	-
H14	0	1,5	raší nové výhonky	35	8	4 nové výhonky	59	18	-
průměr druhu	0,00	0,82	-	25,71	5,96	-	46,57	16,07	-

Příloha 4: Celková data pro rozchodníkovce velkého v období únor–duben 2020.

<i>Hylotelephium maximum</i>	15.05.2020			10.06.2020						Známka	
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	váha (g)	délka n.č. (cm)	d. kořenů (cm)	počet listů	počet kořenů	pozn.	listy	délka n.č. (cm)
H1	62	22	-	86	25	23	84	58	-	1	1
H2	88	23	-	145	29	32	102	45	-	1	2
H3	81	25,5	-	122	33	30	92	31	-	2	1
H4	66	28	-	126	36	31	86	42	-	1	2
H5	76	27,5	-	132	35	25	92	63	-	1	2
H6	90	23,5	-	141	28	27	108	52	-	2	2
H7	53	26	-	99	35	23	66	38	-	2	2
H8	54	26	-	93	34	19	65	43	-	2	2
H9	60	20,5	-	116	25	28	89	47	-	1	2
H10	51	25	-	88	34	26	60	56	-	1	2
H11	65	24	-	118	30	29	88	49	-	2	2
H12	61	24	-	98	29	25	72	34	-	2	2
H13	31	25,5	-	59	31	30	36	42	-	2	2
H14	87	27	-	172	35	34	108	31	-	2	1
průměr druhu	66,07	24,82	-	113,93	31,36	27,29	82,00	45,07	-	1,57	1,79

Příloha 5: Celková data pro rozchodníkovce velkého v období květen–červen 2020 včetně výsledného známkování.

<i>Allium schoenoprasum</i>	Přesazení 16.7.2019						28.07.2019			
	váha (g)	délka n.č. (cm)	d. kořenů (cm)	počet listů	počet kořenů	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	
P1	7	42	11	12	36	-	10	33	-	
P2	7	42	13	17	32	-	8	31	-	
P3	7	43	13	10	35	kvete	5	26	nekvete	
P4	11	62	13	4	26	-	2	49	-	
P5	9	59	13	3	33	-	2	43	-	
P6	11	58	14	9	49	-	6	51	-	
P7	14	54	20	15	61	-	11	39	-	
P8	14	60	20	10	61	-	6	42	-	
P9	13	58	24	13	56	-	8	35	-	
P10	9	53	18	8	53	-	5	36	-	
P11	7	43	14	18	47	-	9	33	-	
P12	11	45	11	16	51	kvete	9	35	nekvete	
P13	12	58	18	12	48	-	10	37	-	
P14	14	63	14	17	67	-	8	47	-	
průměr druhu	10,43	52,86	15,43	11,71	46,79	-	7,07	38,36	-	

Příloha 6: Celková data pro pažitku pobřežní v období července 2019.

<i>Allium schoenoprasum</i>	19.08.2019			15.09.2019			12.10.2019		
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
P1	11	41	-	14	45	-	16	47	-
P2	10	38	-	16	42	-	27	49	-
P3	7	32	-	10	40	-	15	53	-
P4	3	53	-	3	61	-	3	75	-
P5	3	47	-	3	50	-	4	55	-
P6	9	59	-	14	68	-	22	81	-
P7	14	44	-	16	48	-	24	58	-
P8	9	49	-	14	61	-	21	72	-
P9	11	43	-	16	51	-	22	64	-
P10	8	42	-	10	50	-	14	56	-
P11	11	40	-	17	45	-	26	51	-
P12	10	41	-	13	49	-	19	58	-
P13	16	43	-	27	49	-	36	56	-
P14	14	51	-	23	57	-	34	69	-
průměr druhu	9,71	44,50	-	14,00	51,14	-	20,21	60,29	-

Příloha 7: Celková data pro pažitku pobřežní v období srpen–říjen 2019.

<i>Allium schoenoprasum</i>	17.11.2019			15.12.2019			19.01.2020		
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
P1	14	45	-	4	12	-	0	0	uschla
P2	27	49	-	21	26	-	11	14	-
P3	15	53	-	10	25	-	6	16	-
P4	3	75	-	1	19	-	0	0	uschla
P5	4	55	-	1	20	-	0	0	uschla
P6	22	81	-	10	24	-	5	15	-
P7	24	58	-	11	26	-	7	18	-
P8	21	72	-	14	21	-	7	19	-
P9	22	64	-	12	19	-	7	17	-
P10	14	56	-	9	18	-	5	13	-
P11	26	51	-	16	21	-	9	13	-
P12	19	58	-	11	18	-	8	10	-
P13	36	56	-	19	25	-	10	11	-
P14	34	69	-	21	22	-	13	12	-
průměr druhu	20,07	60,14	-	11,43	21,14	-	6,29	11,29	-

Příloha 8: Celková data pro pažitku pobřežní v období listopad 2019–leden 2020.

<i>Allium schoenoprasum</i>	14.02.2020			12.03.2020			12.04.2020		
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
P1	5	2	raší nové výhonky	9	6	raší nové výhonky	15	22	-
P2	14	15	-	18	14	-	22	28	-
P3	11	7	-	25	14	-	24	30	nakvétá
P4	1	5	raší nový výhonek	1	19	-	1	33	-
P5	1	2	raší nové výhonky	1	7	-	2	19	-
P6	8	14	-	14	13	-	18	26	-
P7	10	18	-	25	21	-	22	26	-
P8	13	20	-	28	29	-	24	41	nakvétá
P9	9	15	-	14	20	-	30	36	-
P10	8	14	-	15	22	-	19	38	-
P11	9	12	-	18	14	-	26	26	-
P12	13	12	-	24	18	-	39	31	nakvétá
P13	16	13	-	33	19	-	24	34	-
P14	16	15	-	27	20	-	33	31	nakvétá
průměr druhu	9,57	11,71	-	18,00	16,86	-	21,36	30,07	-

Příloha 9: Celková data pro pažitku pobřežní v období únor–duben 2020.

<i>Allium schoenop.</i>	15.05.2020			10.06.2020						Známka	
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	váha (g)	délka n.č. (cm)	d. kořenů (cm)	počet listů	počet kořenů	pozn.	listy	délka n.č. (cm)
P1	20	35	nakvétá	56	34	21	18	108	kvete	2	1
P2	19	39	nakvétá	79	45	28	24	121	kvete	1	1
P3	29	44	kvete	83	45	23	27	135	odkvétá	2	1
P4	2	46	nakvétá	27	51	27	2	25	kvete	2	2
P5	4	38	nakvétá	29	44	25,5	3	31	kvete	2	2
P6	24	37	nakvétá	77	48	29	26	117	kvete	1	1
P7	21	45	nakvétá	69	49	26	24	103	kvete	1	2
P8	26	52	kvete	73	57	27	26	118	odkvétá	1	1
P9	36	51	kvete	92	59	26	43	151	kvete	1	2
P10	23	49	nakvétá	78	50	24,5	22	147	kvete	1	2
P11	35	33	nakvétá	86	39	22	33	141	kvete	1	2
P12	46	43	kvete	81	40	21	52	125	odkvétá	2	1
P13	17	46	nakvétá	65	42	23	19	111	kvete	1	2
P14	29	40	kvete	76	40	27,5	28	138	odkvétá	1	2
průměr druhu	23,64	42,71	-	69,36	45,93	25,04	24,79	112,21	-	1,36	1,57

Příloha 10: Celková data pro pažitku pobřežní v období květen–červen 2020 včetně výsledného známkování.

<i>Deschampsia caespitosa</i>	Přesazení 16.7.2019					28.07.2019		
	váha (g)	délka n.č. (cm)	d. kořenů (cm)	počet listů	počet kořenů	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
D1	2	15	12	24	21	14	17	-
D2	6	15	19	51	27	19	15	-
D3	8	15	21	62	38	23	18	-
D4	5	15	21	38	28	14	15	-
D5	4	15	11	57	26	9	15	-
D6	8	15	19	77	27	43	16	-
D7	5	15	15	36	24	6	15	-
D8	3	15	13	48	25	0	0	uschla
D9	5	15	13	82	42	30	15	-
D10	9	15	15	112	46	10	17	-
D11	7	15	13	110	35	82	15	-
D12	7	15	14	92	37	8	15	-
D13	9	15	13	109	47	85	16	-
D14	6	15	13	65	36	46	17	-
průměr druhu	6,00	15,00	15,14	68,79	32,79	27,79	14,71	-

Příloha 11: Celková data pro metlici trsnatou v období července 2019.

<i>Deschampsia caespitosa</i>	19.08.2019			15.09.2019			12.10.2019		
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
D1	21	19	-	30	23	-	42	27	-
D2	0	0	uschla	0	0	uschla	0	0	uschla
D3	36	24	-	56	31	-	83	41	-
D4	16	17	-	21	25	-	27	37	-
D5	0	0	uschla	0	0	uschla	0	0	uschla
D6	49	22	-	41	26	-	49	34	-
D7	0	0	uschla	0	0	uschla	0	0	uschla
D8	0	0	uschla	0	0	uschla	5	10	-
D9	22	17	-	34	19	-	43	21	-
D10	17	21	-	32	26	-	48	34	-
D11	63	17	-	22	17	-	0	0	uschla
D12	0	0	uschla	0	0	uschla	0	0	uschla
D13	103	19	-	131	22	-	115	27	-
D14	53	21	-	26	25	-	12	29	-
průměr druhu	27,14	12,64	-	28,07	15,29	-	30,29	18,57	-

Příloha 12: Celková data pro metlici trsnatou v období srpen–říjen 2019.

<i>Deschampsia caespitosa</i>	17.11.2019			15.12.2019			19.01.2020		
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
D1	39	22	-	35	16	-	30	11	-
D2	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
D3	50	28	-	43	19	-	33	10	-
D4	23	29	-	18	19	-	18	11	-
D5	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
D6	45	28	-	36	20	-	33	12	-
D7	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
D8	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
D9	22	10	usychá	0	0	suchá	0	0	suchá
D10	44	30	-	40	17	-	43	15	-
D11	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
D12	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
D13	88	26	-	51	19	-	25	8	-
D14	10	21	-	8	14	-	0	0	suchá
průměr druhu	22,93	13,86	-	16,50	8,86	-	13,00	4,79	-

Příloha 13: Celková data pro metlici trsnatou v období listopad 2019–leden 2020.

<i>Deschampsia caespitosa</i>	14.02.2020			12.03.2020			12.04.2020		
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
D1	40	12	-	62	17	-	67	25	-
D2	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
D3	36	10	-	45	13	-	63	21	-
D4	23	11	-	35	13	-	52	26	-
D5	6	2	-	15	3	-	28	12	-
D6	41	13	-	72	14	-	98	21	-
D7	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
D8	4	3	-	14	5	-	25	11	-
D9	0	0	suchá	0	0	suchá	15	6	-
D10	60	17	-	120	17	-	136	24	-
D11	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
D12	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
D13	30	9	-	55	11	-	72	26	-
D14	5	6	-	14	10	-	22	24	-
průměr druhu	17,50	5,93	-	30,86	7,36	-	41,29	14,00	-

Příloha 14: Celková data pro metlici trsnatou v období únor–duben 2019.

<i>Deschampsia caespitosa</i>	15.05.2020			10.06.2020						Známka	
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	váha (g)	délka n.č. (cm)	d. kořenů (cm)	počet listů	počet kořenů	pozn.	listy	délka n.č. (cm)
D1	78	38	-	65	46	38	72	130	-	1	1
D2	0	0	suchá	0	0	0	0	0	suchá	3	3
D3	71	31	-	88	46	28	93	180	-	1	1
D4	69	36	-	76	51	51	86	150	kvete	2	1
D5	42	16	-	11	15	66	61	70	nakvétá	2	3
D6	123	29	-	112	36	23	146	240	kvete	2	1
D7	0	0	suchá	0	0	0	0	0	suchá	3	3
D8	41	17	-	58	18	28	63	90	-	2	2
D9	38	14	-	62	23	35	68	100	-	2	2
D10	152	36	-	131	42	42	143	250	-	2	1
D11	0	0	suchá	0	0	0	0	0	suchá	3	3
D12	0	0	suchá	0	0	0	0	0	suchá	3	3
D13	96	38	-	125	53	31	122	220	-	1	1
D14	39	33	-	69	48	29	55	110	nakvétá	2	1
průměr druhu	53,50	20,57	-	56,93	27,00	26,50	64,93	110,00	-	2,07	1,86

Příloha 15: Celková data pro metlici trsnatou v období květen–červen 2020 včetně výsledného známkování.

<i>Armeria maritima</i>	Přesazení 16.7.2019					28.07.2019		
	váha (g)	délka n.č. (cm)	d. kořenů (cm)	počet listů	počet kořenů	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
T1	9	4	7	87	1	81	3,5	-
T2	13	5	6	134	1	116	5	-
T3	7	4	7	58	1	40	4	-
T4	5	6	4,5	45	1	44	5	-
T5	5	5,5	7,5	39	1	32	5,5	-
T6	3	4	4,5	40	1	35	4	-
T7	4	5	7	44	2	41	4,5	-
T8	4	6	7	32	1	30	5,5	-
T9	7	5	7	112	1	98	5	-
T10	5	5	4	56	1	12	3,5	-
T11	3	4,5	4	32	1	21	4,5	-
T12	4	5	5,5	36	1	34	5	-
T13	6	4,5	4	69	1	0	0	suchá
T14	7	4	5	76	1	71	5	-
průměr druhu	5,86	4,82	5,71	61,43	1,07	46,79	4,29	-

Příloha 16: Celková data pro trávničku přímořskou v období červenec 2019.

<i>Armeria maritima</i>	19.08.2019			15.09.2019			12.10.2019		
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
T1	71	3,5	-	35	3,5	napůl uschlá	0	0	suchá
T2	112	5,5	-	61	4	usychá	15	3,5	napůl uschlá
T3	42	4,5	-	50	6	-	56	6,5	-
T4	45	5	-	48	6,5	-	62	7	-
T5	40	5	-	42	6	-	56	7	-
T6	44	4,5	-	50	4,5	-	65	6,5	-
T7	52	5,5	-	60	7	-	79	8	-
T8	35	5,5	-	42	6	-	54	8	-
T9	102	5,5	-	110	6,5	-	112	8	-
T10	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
T11	40	5	-	55	6	-	73	8,5	-
T12	38	5,5	-	45	6,5	-	53	8	-
T13	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
T14	68	5	-	55	5,5	-	43	7	-
průměr druhu	49,21	4,29	-	46,64	4,86	-	47,71	5,57	-

Příloha 17: Celková data pro trávníčku přímořskou v období srpen–říjen 2019.

<i>Armeria maritima</i>	17.11.2019			15.12.2019			19.01.2020		
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
T1	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
T2	10	3,5	-	10	3	-	6	3	-
T3	55	6,5	-	50	5,5	-	61	4	-
T4	60	6	-	51	4	-	50	4	-
T5	50	6	-	45	5	-	45	4	-
T6	62	6	-	55	5	-	55	3	-
T7	71	7	-	62	6	-	60	4	-
T8	51	7	-	55	7	-	52	5	-
T9	102	7	-	82	6	-	75	4,5	-
T10	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
T11	68	8	-	63	6,5	-	55	4,5	-
T12	49	7,5	-	45	6	-	41	5,5	-
T13	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
T14	45	7	-	40	6	-	41	4,5	-
průměr druhu	44,50	5,11	-	39,86	4,29	-	38,64	3,29	-

Příloha 18: Celková data pro trávníčku přímořskou v období listopad 2019–leden 2020.

<i>Armeria maritima</i>	14.02.2020			12.03.2020			12.04.2020		
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.
T1	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
T2	6	3	-	6	3	-	10	4	-
T3	78	4	-	110	5	-	102	6	-
T4	88	4	-	149	4	-	155	6	-
T5	82	4	-	178	5	-	145	6,5	-
T6	75	3	-	130	4	-	145	5,5	-
T7	78	5	-	128	5,5	-	111	7	-
T8	68	4,5	-	102	5	-	80	5	-
T9	80	4	-	165	4	-	172	6,5	-
T10	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
T11	83	4	-	125	4,5	-	110	5	-
T12	68	5,5	-	130	7,5	-	116	7,5	-
T13	0	0	suchá	0	0	suchá	0	0	suchá
T14	59	4	-	90	4,5	-	121	6	-
průměr druhu	54,64	3,21	-	93,79	3,71	-	90,50	4,64	-

Příloha 19: Celková data pro trávníčku přímořskou v období únor–duben 2020.

<i>Armeria maritima</i>	15.05.2020			10.06.2020						Známka	
	počet listů	délka n.č. (cm)	pozn.	váha (g)	délka n.č. (cm)	d. kořenů (cm)	počet listů	počet kořenů	pozn.	listy	délka n.č. (cm)
T1	0	0	suchá	0	0	0	0	0	suchá	3	3
T2	14	5,5	-	2	6	7,5	18	1	-	2	2
T3	113	8	nakvétá	11	9	36	93	10	kvete	2	1
T4	165	7,5	nakvétá	18	8	45	160	12	kvete	1	2
T5	152	6,5	kvete	14	6,5	29	122	9	odkvétá	1	1
T6	161	7	nakvétá	14	8,5	53	145	10	kvete	1	1
T7	93	8	kvete	10	8,5	41	97	8	odkvétá	1	1
T8	85	6	kvete	8	7	25	76	9	odkvétá	1	1
T9	185	8	kvete	21	9,5	67	182	15	odkvétá	2	1
T10	0	0	suchá	0	0	0	0	0	suchá	3	3
T11	125	7	kvete	10	7,5	38	123	11	odkvétá	1	1
T12	130	6,5	kvete	16	6,5	43	121	12	odkvétá	1	1
T13	0	0	suchá	0	0	0	0	0	suchá	3	3
T14	126	8,5	kvete	15	10,5	37	131	9	odkvétá	2	1
průměr druhu	96,36	5,61	-	9,93	6,25	30,11	90,57	7,57	-	1,71	1,57

Příloha 20: Celková data pro trávníčku přímořskou v období květen–červen 2020 včetně výsledného známkování.